

ソロモン群島レンネル島
アルミナ開発関連施設整備計画調査

報 告 書

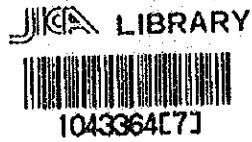
昭和51年3月

国際協力事業団

5117

ソロモン群島レンネル島
アルミナ開発関連施設整備計画調査

報 告 書



昭和51年3月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 16	207
登録No. 00489	66.2
	MPN

は し が き

日本政府は、ソロモン群島レンネル島におけるアルミナ開発および周辺地域の開発に必要な関連施設整備計画について調査を行うこととし、国際協力事業団は三井金属エンジニアリング㈱常務取締役安陪三郎氏を団長とする10名の調査団を組織し、1975年11月24日から12月25日まで現地に派遣し、調査を実施した。

現地においては、ソロモン政庁関係各位の協力により、調査は円滑に行なわれ、今般帰国後の国内作業を完了し、ここに報告書提出の運びとなった。

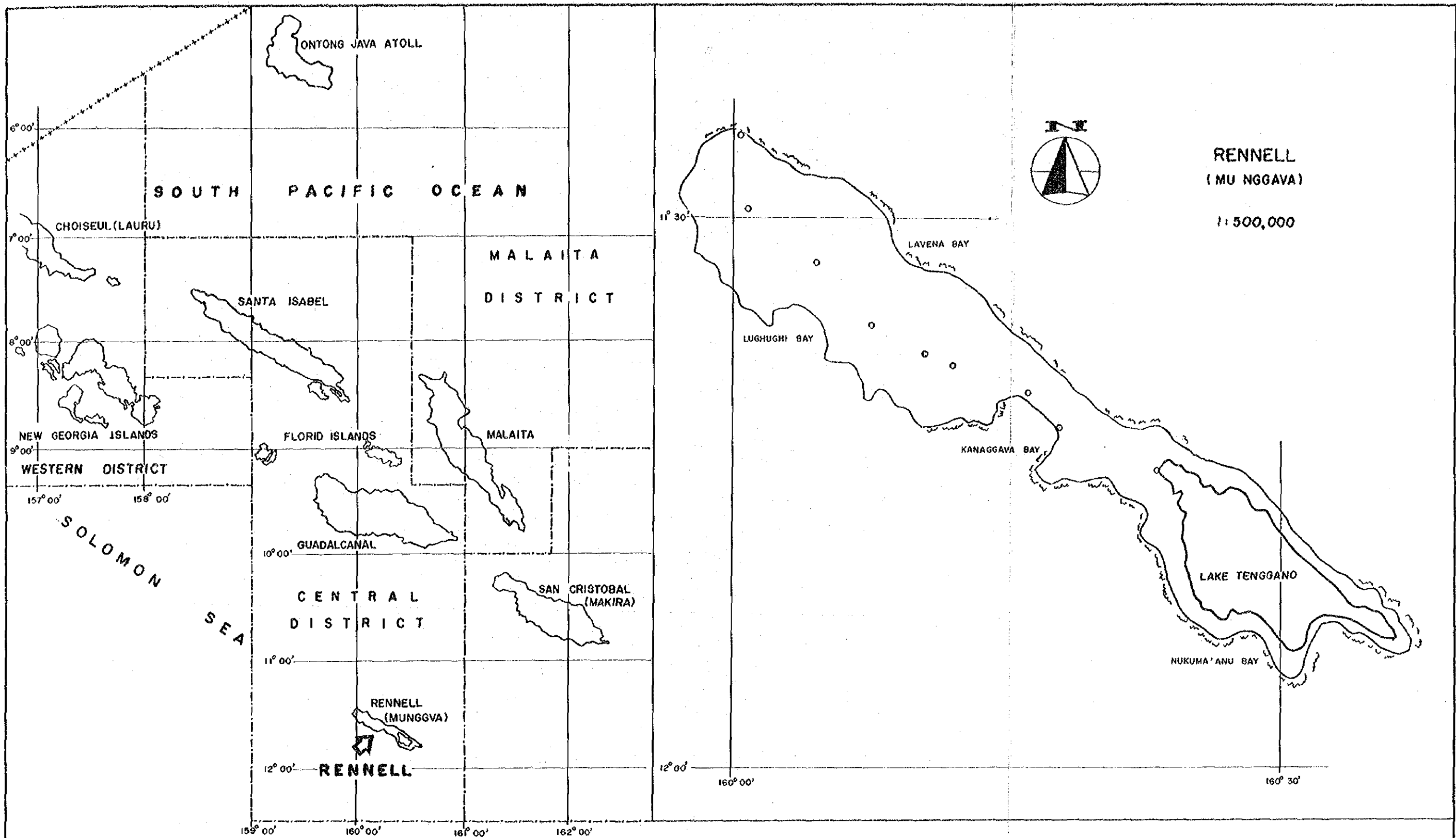
本調査は、アルミナ開発に必要な道路、港湾用水および通信の各施設の整備のためのフィジビリティ調査であり、各施設について技術的経済的検討および整備開発効果の分析を行なったものである。

本調査結果がアルミナ開発および周辺地域の開発に寄与するとともに日本、ソロモン群島両国の友好親善に役立つならば、これにまさる喜びはない。終りに本調査に参加した調査団員の労をねぎらうとともに、調査団の派遣にご協力を頂いたソロモン政庁および外務省、通産省関係機関各位に深甚なる謝意を表すものである。

昭和51年3月

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作



BRITISH SOLOMON ISLANDS
1: 6,000,000

LOCATION MAP of S. I. &
RENNELL

SCALE	SHEET No
1: 6,000,000	1
1: 500,000	
DATE	1976

目 次

は し が き

第 1 章 総括及び結論

1 調査結果の要約	1
2 結論と提言	27

第 2 章 序 論

1 プロセクトの背景	29
2 調査の目的	29
3 調査の方法	30

第 3 章 ソロモン群島の概況

1 一般概況	33
1 位置及び面積	33
2 地 勢	33
3 気候、風土	33
4 人口民族言語	34
2 歴 史	35
3 政 治	36
4 経 済	38
1 労 働	38
2 通 貨	39
3 財 政 租 税	39
4 産 業	42
(1) 鉱 業	42
(2) 漁 業	43
(3) 林 業	43
(4) 農 業	44

(5) その他産業	45
5 貿易	45
6 通信放送	50
7 交通	51
8 公共事業	51
9 レンネル島の概要	53
1 位置, 地勢, 気候	53
2 民族人口	53
3 交通通信	53
4 資源	53
5 アルミナ開発時の予想人口	54

第4章 港湾計画の背景と概要

1 港湾計画の背景	55
2 他港湾の現状とレンネル島の諸元	55
3 取扱い貨物量の調査と対象船舶	58

第5章 港湾計画調査概要

1 既存資料による自然条件の概要	61
2 各種計器設置と自然条件の観測	69
(1) 風向, 風速計の設置と観測	72
(2) 波高計の設置と観測	76
(3) 潮位観測	82
(4) 流向, 流速の測定	88
(5) パース建設予定地点の地形	90
(6) 海底土質, 底質調査	97

第6章 港湾施設の技術的検討

1 計画港湾の物理的特性	101
--------------------	-----

(1) 土地及び海岸線の特性からみた港湾施設計画	101
(2) 自然条件の特性と計画条件	101
2 港湾計画規模の決定	112
3 港湾施設及び附帯施設計画	117
4 施 工 計 画	119
第7章 対象プロジェクトの工事費の検討	
1 工事費見積の前提条件	129
2 パース建設費及び附帯施設建設費	129
3 事業費積算内訳	
第8章 港湾施設の経済評価	
1 経済評価の方法と条件	131
2 便益額の算定	131
3 経済効果の測定	132
第9章 道路計画の背景と概要	
1 レンネル島道路計画の背景	137
2 地域開発の動向と交通発生源	137
3 将来交通量の推計	138
第10章 道路施設の技術的検討	
1 調 査 の 概 要	145
2 概 略 設 計	145
(1) 路 線 の 選 定	145
(2) 道 路 設 計 基 準	146
(3) 道 路 構 造	148
3 施 工 計 画	157
(1) 道路の建設計画数量	157

(2) 施 工 条 件	160
(3) 建 設 工 程 表	162
第11章 対象プロジェクトの工事費の検討	
1 工事費見積の前提条件	163
2 工 事 費	163
第12章 道路の経済評価	
1 評価の方法	167
2 費用, 便益の分析	168
3 その他の効果	174
第13章 用水計画の背景と概要	
1 調査の目的と方法	177
2 調査地域の概要	177
(1) 地形, 地質	177
(2) 気 象	178
(3) 地 下 水	178
3 将来使用水量の推計	183
第14章 用水施設の技術的検討	
1 調査地域の水理地質	185
(1) 地 形 地 質	185
(2) 地下水の性状	198
(3) 帯水層としての石灰岩層と地下水賦存状況	206
2 揚 水 試 験	209
(1) 揚水試験の経過	209

(2) 透水係数の算定	216
(3) 地下水の水質	223
3 水資源開発とその保全	228
(1) 水資源開発量の推定	228
(2) 取水にともなう地下水性状への影響	231
(3) 地下水取水の基本方策	238
4 用水計画	242
(1) 取水施設	246
(2) 送配水施設	247
(3) 水理計算	251
(4) 浄水施設	254
(5) 維持管理	273
5 施工計画	274

第15章 対象プロジェクトの工事費の検討

1 工事費見積の前提条件	277
2 用水施設の工事費	277

第16章 用水施設の経済評価

1 用水施設の費用と便益	279
2 用水単価の算定	280
3 地域開発効果	281

第17章 通信計画の背景と概要

1 一般通信事情	285
(1) 通信主官庁	285
(2) 電波管理	285
(3) 国際協調	285
(4) 通信の運営	289

2	通信設備の現状	289
	(1) 市内通信設備	290
	(2) 国内遠距離通信設備	290
	(3) 国際通信用設備	293
	(4) ホニアラにおける通信設備所在地と電力事情	293
3	国際通信の現状	298
	(1) 一般公衆通信	298
	(2) 航空通信	298
4	ホニアラの電話事情	300
	(1) 交換機	300
	(2) 加入者数	300
5	レンネル島における通信設備	300
	(1) 現状の通信設備	300
	(2) 島内の通信設備計画	300
6	通信拡充計画	303

第18章 レンネルーホニアラ間、通信施設の技術的検討

1	回線数の設定	307
	(1) ホニアラーレンネル回線利用度予測	307
	(2) 3回線が運び得るトラフィック量	308
	(3) 回線利用率	308
2	ルート計画	308
	(1) 地上マイクロ回線による場合	308
	(2) 衛星通信方式による場合	327

第19章 対象プロジェクトの工事費検討

1	地上マイクロ回線による設備費	331
---	----------------	-----

2	衛星通信方式による設備費	331
3	レンネル島内通信設備費	331
4	両方式の比較	332
	(1) 経済比較	332
	(2) その他要因による比較	332
5	衛星使用に関する検討	333
	(1) 衛星の使用可能性	333
	(2) インテルサッドに対する申請手続	334
6	その他通信手段	334

第20章 通信設備の経済評価

1	レンネルーオニアラ間の通信料金及び通話料	337
2	レンネル島内一般用電話通信	338
3	その他の開発効果	339

List of Figures

	Chap. Page
※ LOCATION MAP $\frac{1}{6,000,000}$ $\frac{1}{500,000}$	
※ レンネル島位置図 $\frac{1}{75,000}$	
※ 港湾施設配置図 $\frac{1}{4,000}$	
※ 船積機橋断面図 $\frac{1}{400}$	
※ 道路整備計画図 $\frac{1}{250,000}$	
※ 用水施設全体配置図	
※ 通信設備設置計画図	
Fig. 5-1 (a) Wind Roses in the Solomon Islands (Jan. ~ June)....	63
" (b) " " " " (July ~ Dec.)....	65
" 5-2 Track of Cyclone (1971. 12 ~ 1972)	67
" 5-3 (a) Track of Cyclone (Jan. ~ June)	70
" 5-3 (b) " " (July ~ Dec.)	71
" 5-4 Location Map of Wind Vane and Anemometer	73
(Outlook of Anemometer)	
" 5-5 Wind Rose in Dec., 1975	75
" 5-6 Sounding Map $\frac{1}{4,000}$	77
" 5-7 Occurrence Rate of Significant Waves	81
" 5-8 Tide Observation Curve (Dec., 1975)	83
" 5-9 Relation of Tide Levels	87
" 5-10 Kaggava Bay Current Observation	91
" 5-11 Measured Shifts of Day Time Current	93
(Direction & Velocity)	
" 5-12 Submarine Topography near the Proposed	95
Berth Site, Kaggava Bay	
" 5-13 Occuring Mechanism of Rennell Island in Profiles ..	98

Fig. 5-14	Profile of Barrier Reef and Coast	98
Fig. 6-1	Kanggava Bay 1/3,750	103
" 6-2	Diffraction Diagram (SE)	106
" 6-3	" " (S30E)	107
" 6-4	" " (S15E)	108
" 6-5	" " (S)	109
" 6-6	" " (S40W)	110
" 6-7	" " (S55W)	111
" 6-8	P-Lq, P-L	115
Fig. 13-1	Rennell and Surroundings 1:1,000,000 (Sounding in Fathoms)	179
" 13-2	調査の地域の概要	182
Fig. 14-1	Site of Survey Area 1/50,000	187
" 14-2	Map of Survey Area	189
" 14-3 (1)	Route Map (1)	191
" 14- (2)	" " (2)	193
" 14-3 (3)	" " (3)	195
" 14-4	Fluctuation of Tide and Groundwater Table	199
" 14-5	Precipitation, Tide and Ground Water	201
" 14-6	Cross Section of Ground Water	207
" 14-7	Sketch of Pumping Test Site (Nganibula)	210
" 14-8	Exchange of Ground Water at Nganibula	211
" 14-9	Drawdown by Pumping Up Test at Nganibula	213
" 14-10	Sketch of Pumping Test Site (Tahua)	217
" 14-11	Exchange of Ground Water at Tahua	219

"	14-12	Drawdown by Pumping Up Test at Tahua	221
"	14-13	Average Monthly Precipitation at Tingoa	230
"	14-14	Relation Between Drawdown and Yield	233
"	14-15	Relation Between Drawdown and Radius of Pumping .. Pond	233
"	14-16	Relation Between Drawdown and Distance From	235
"	14-17	Site Proposed for Pump Up and Influence Area	239
"	14-18	施設組合せ比較案	243
"	14-19	取水から給水までのフロー	245
"	14-20	位置関係図	249
"	14-21	General Plan of Water Facilities	259
"	14-21 (1)	Water Intake Plant	261
"	" (2)	Storage Reservoir	263
"	" (3)	Surge Tank	265
"	" (4)	Purification Plant	267
"	" (5)	Junction Well	269
"	" (6)	Service Reservoir	271
Fig. 16-1		男女年令 5 才階級別人口及び出生時平均余命	283
Fig. 17-1		一般通信事情	286
"	17-2	通信設備の現状	287
"	17-3	国際通信の現状	288
"	17-4	P & T Internal Radio Circuits	291
"	17-5	Domestic Aerodrome Information Service Circuits ..	292
"	17-6	Wireless Stations Around Honiara	297
"	17-7	Airport Information Service Circuits	299

"	17-8	Exchanger Arrangement Honiara	301
"	17-9	Straight Line Cable Plan, Honiara	302
"	17-10	Communication Facilities in Rennell Island	305
Fig.	18-1	Distance Between Guadalcanal and Rennell	311
"	18-2	Terrain Condition of Guadalcanal Island	312
"	18-3	Route Plan	313
"	18-4	Proposed Site in Honiara	316
"	18-5	Honiara ~ Taivu P. T. Link	317
"	18-6	Taivu ~ Susu P. T. Link	318
"	18-7	Susu ~ Tawanisitoo Link	319
"	18-8	Tawanisitoo ~ Marau Link	320
"	18-9	Marau ~ Lavangu Link	321
"	18-10	Configuration of Terrestrial Link	324
"	18-11	Earth Station Configuration	329

●第1章 総括及び結論

●第1章 総括及び結論

1-1 調査結果の要約

(1) 調査の目的と背景

ソロモン政府はレンネル島に賦存するボーキサイトを採掘し、同島でアルミナ加工する「レンネル・アルミナ開発企業」を将来日本その他の民間企業と合併で設立し、レンネル島アルミナ開発を行うべく諸調査を進めつつある。

同政府は同国地下資源開発の柱として、又レンネル島地域開発の一環として極めて積極的に取り組んでいる。

この調査は「レンネル・アルミナ開発事業」に付随して必要となる港湾、道路、用水及び通信等将来国際協力事業団から融資等の具体的可能性のあるこれらの整備につき技術的、経済的、検討を行うとともに諸施設の開発効果等を検討し、その整備事業に資することを目的として行われた。

(2) 調査の範囲

本調査はアルミナ開発のために必要なインフラストラクチャー及びアルミナ開発が直接的に影響するレンネル島の開発に必要なインフラストラクチャー整備のあり方について以下の項目について調査、検討を行った。

- 1) 港湾整備；レンネル島中央部カンガバ湾に工業専用バース、一般貨物用副バース、港湾施設の新設。
- 2) 道路整備；レンネル島西部飛行場を起点に工場建設予定地、港湾、都市計画予定地を經由し東部住民居住地に至る約5.4kmの島内従貫道路の新設。
- 3) 用水整備；民生用水、工業用水として20,000m³/日の水を供給できる地下水取水可能地の調査、取水設備、給配水設備の新設。
- 4) 通信整備；ソロモン群島通信事情の調査、ソロモン群島首都ホニアラとレンネル島を結ぶ通信回線の新設、及びレンネル島内通信施設の新設。

(3) 調査地域、ソロモン群島、レンネル島の概要

ソロモン群島はオーストラリア大陸の東側をとりまいて配列するメラネシヤ島孤群の一つで南緯7°から南緯12°に亘る南東方向約1,500kmに亘って100近くの島で構成されており陸地総面積約29,800km²、人口約179,000人、この中メラネシヤ人が93%を占めている。

レンネル島はソロモン群島セントラルデストリクトの属し南緯11°40' 東経160°20' に位

置し北西-南東方向に約80 Km巾約10 Kmの隆起珊瑚礁で全島熱帯雨林に覆われた小島で人口、約1,300人ソロモン群島では珍らしく殆どがポルネシア人である。

(4) 経済状況

ソロモン群島原住民は自作農業沿岸漁業に従事し、輸出統計が示す如く農産物のココナツ、コブラが主で近年外国企業の進出により林業、漁業が盛んになりつつある。

最近3ヶ年の輸出額は(1972年~1974年)次表のとおり。

品名	A, \$ 1,000 (1972~1974)
コブラ	13,651千\$
木材	10,792 #
魚類	8,977 #

その他、加工、製造業は殆どなく、木工、貝細工等民芸品類で道路、港湾等未開発のため保存不可能な農産物は自給自足の域を出ない。生活用品その他原材料は輸入により調達されている。

レンネル島も同様で港湾、道路未開発、中央との連絡も不十分のため、鉱物資源の他、森林資源、漁業資源を有しながら未開発の状態である。島民は出稼ぎによる現金収入と農産物の収入による見返りとして保存食、生活用品、嗜好品等を調達している。

(5) レンネル、アルミナ開発と地域経済

このような低所得農業を主体とした地域経済に対して、レンネル・アルミナ開発は大きな変革を与えるものと考えられる。

年間60万トンのアルミナ生産によってもたらされる付加価値増加のうち地域調達部分と約1,000人の従業者の支出が地域経済に流れる部分が地域経済を刺激し農業、漁業の開発更に林業開発もこの地域経済の発展に大きく貢献するものと考えられる。このような農、林、漁業の発展は地域人口の多数の勤労者層の所得を増大することになる。

アルミナ開発による同島への人口流入に伴い、労務者出身地との交流も盛んになり、人の交流につれ各地区との物資の交流も盛んになり乗数効果が期待できる。

なお、同島の早期開発が予想される林業について検討する。

1) レンネル島林業開発の展望

ソロモン政庁は森林資源を国民全体の富の重要部分と考え、国家財政自給自足の為管理運用

さるべきで天然材の伐採により得られる直接利益は相当大きいですが、これ等の森林は消費資産としてではなく、森林及び林地の再生産、植林を行い将来同国経済発展と国民の福祉に貢献するよう開発を行う方針である。

同国の調査によれば、レンネル島に開発可能森林資源は30万 m^3 であり、この天然林伐採後はパルプ材の人工造林を進める計画で各地区で試験研究が行われており、レンネル島でも数種のパルプ材の試験植林がなされている。

同政庁は年間約56万 m^3 の丸太材の生産を計画しているが、ソロモン群島の各島には良港、道路がなく開発は計画通り進んでいない。

従って、レンネル島アルミナ開発により港湾、道路が建設された場合、この森林資源は容易に開発可能となる。又、現在試験中のパルプ材の成長年数が約15年を要するので、15年サイクルで一巡するよう計画すれば、つぎのとおりとなり開発が行われるものとする。

- a) 総森林資源(開発可能資源) $300,000m^3$
 年間開発量(15年サイクルとして) $20,000m^3/年$
 月間 " (10ヶ月稼働) $2,000m^3/月$
- b) ソロモン政庁貿易統計による最近3ケ年の丸太材の輸出実績及び輸出金額(F.O.B)

年次	輸出量	輸出金額
1972年	8,367千Cuft 237千 m^3	2,708千A\$
1973年	8,549 " 242 "	3,801 "
1974年	7,798 " 220 "	4,283 "
合計	24,714 " 700 "	10,792 "

(m^3 当り単価 A\$15.42' = 6,166Pl/ m^3)

となっており、年間約230千 m^3 で政府目標の42%程度の実績となっている。

c) レンネル島森林資源の評価

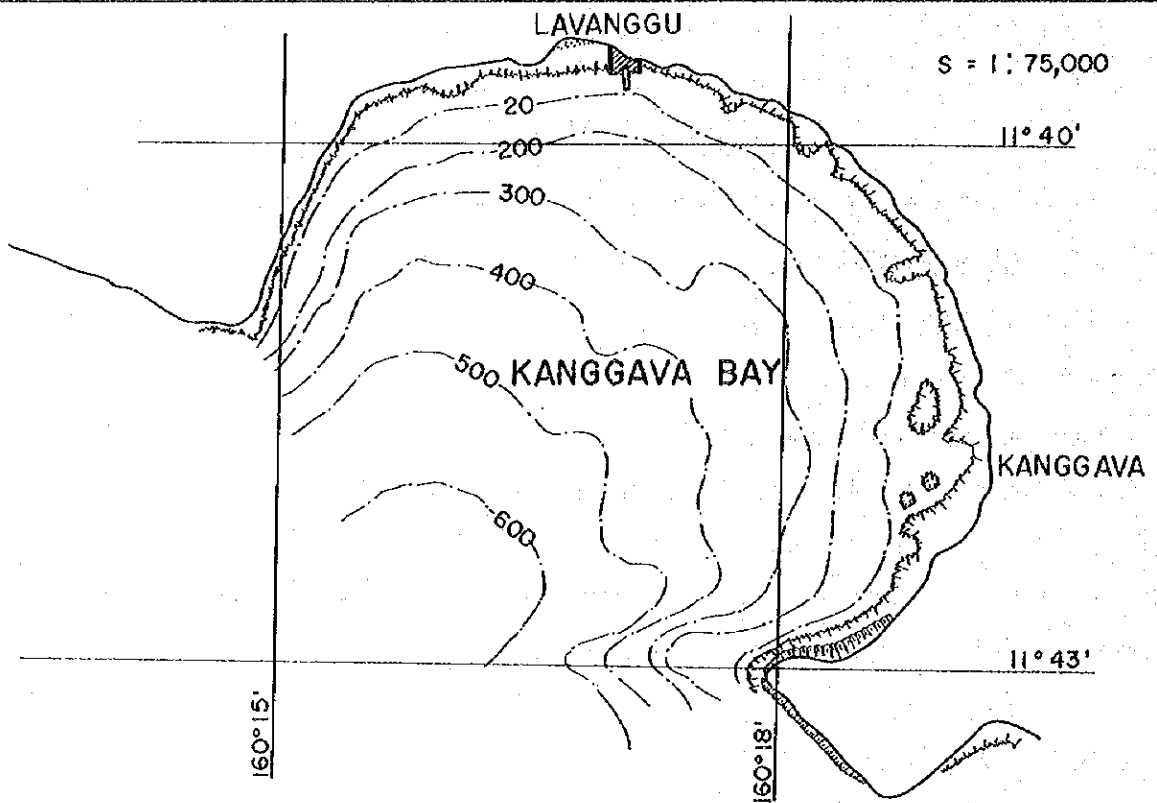
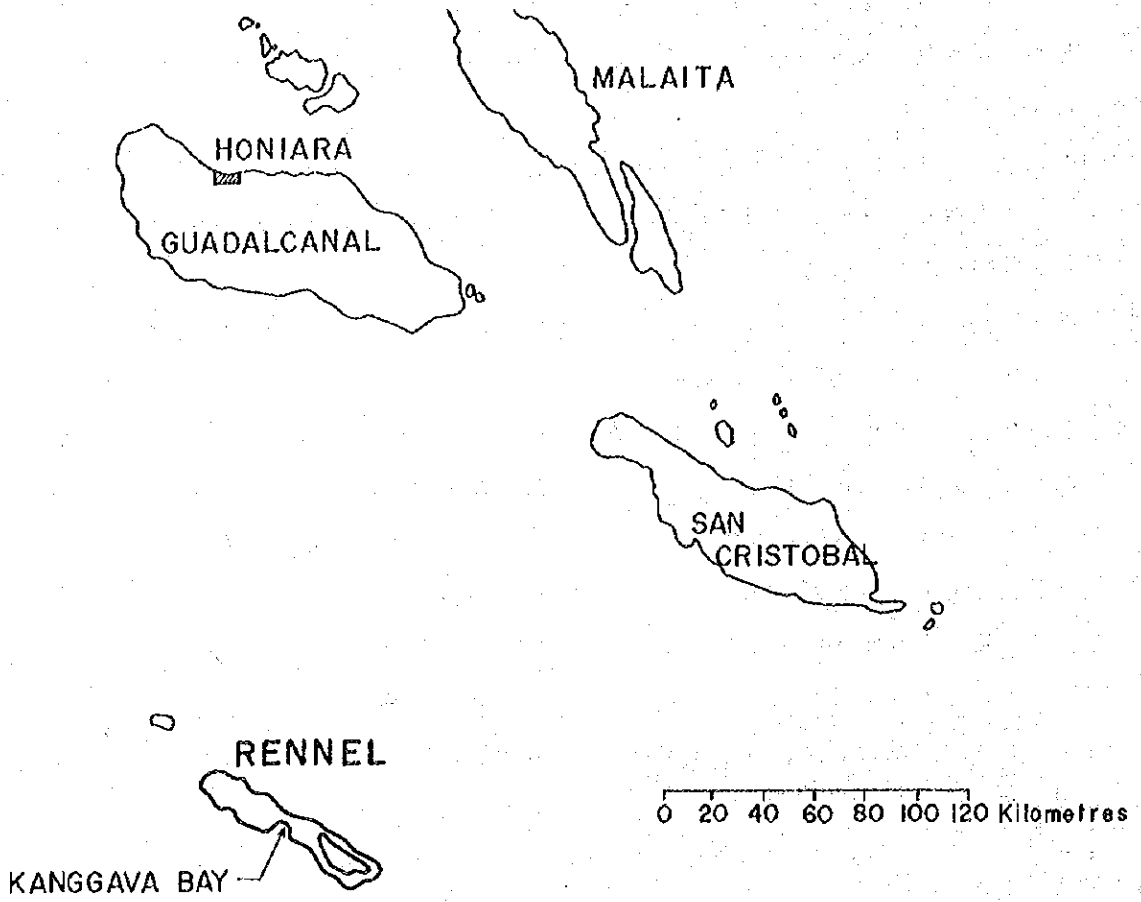
前述の量及び輸出単価より推計すると次のとおりである。ただし、レンネル島の木材はその質の面で、多少劣ると云われており10%評価減を行った。

$$300,000m^3 \times (A\$15.42 \times 0.9) = A\$4,163,400 \div 1,665.360 \text{千円}$$

となる；20,000 m^3 の年間開発量の評価は111,000千円である。

d) レンネル島の森林資源は年間開発量の評価額が111百万円で同島の開発可能資源としてはボーサイト次ぐものである。なお、15年サイクルでパルプ材の植林を行えば更にその価値は増加し、天然資源から開発資源への転換が行われることになる。

レンネル島位置図



(6) 港湾の整備計画

1) 港湾の現況と海上輸送

レンネル島には現在港湾施設と称されるものは全くない。島内住民の生活物資、あるいは旅客輸送のため政府の船が約2ヶ月に1回の割合いで不定期就航している。

これはカンガバ湾およびブルグギー湾の何れもバリヤリーフの外側に停泊し、ボート、カヌーによる沖積卸を行っている。

日常生活物資の移入は衣類、米、砂糖、ビスケット、缶詰、煙草、木材(角材、板材)、トタン板、灯油、ランプ、ブッシュナイフ等であり、その1回当りの量は1~2 ton 弱で、年間の移入量は約7~15 ton 程度とみなされる。

2) 技術調査の Findings

a) 接岸施設建設予定地点の地形、地質

1) 接岸施設建設予定地点は湾口市約6.5 Km 奥行約5 Km のカンガバ湾のほぼ北奥に位置し、 $S12^{\circ}E \sim S56^{\circ}W$ 方向は何等遮へいされておらず外海に面している。

2) 海岸線は一部の砂浜と、切立った岩肌と、水深0.7~1.0 m のフラットなリーフ(約110~180 m 巾)と、この先端沖合い100~200 m 間の水深約7~12 m の部分的に海底丘状の現世サンゴの発達した部分からなり、この先端から急激に水深20~30 m となっている。

3) 接岸施設本体の建設予定地の海底地盤は点在する丘状サンゴ以外の部分は、ほぼ1.0 m 厚のコーラル・サンドに覆われているが、その下部は造礁石灰岩とみなすことが出来よう。

b) 風・波等の自然条件

1) 風

風向、風速に関する信頼すべき調査資料は皆無といえる。今回の調査にあたり、自記風向、風速計を設置して長期観測の態勢をとることとした。

他の資料による当地区の恒風はほぼSEとみることが出来るが、遮へい状況からみて港湾施設に最も不利なSSE~WSWの発生頻度は19.7%で、中でも強風(風速8~13.8 m 以上)のそれは4.9%である。

2) 波 浪

波に関する既往資料も皆無で、今回長期観測の態勢をとるよう水圧式波高計を設置した。

湾口部先端(岬)による遮へい効果を回折図によって検討した。これは、波が防波堤や岬に遮えざられて回りこむとき、エネルギーを失い波高が減少するが、この減少後の波高と減少前の波高との比である回折係数を各波向に対して回折図を画き求めた。

この結果、波の周期を 8secとして求めた接岸施設建設位置の回折係数は下表のとおりである。即ち、恒風

波 向	回 折 係 数
SE	0.09
S 30° E	0.1
S 15° E	0.3
S	1.0
S 40° W	1.0
S 56° W	0.4

方向のSE波に対するそれは0.09となった。これは例えば沖波の波高が5mのとき、接岸施設建設位置では45cmとなることを意味している。

なお、調査期間中観測された波高、波向は風波が主で、連続して観測された12月18日

波 高	出 現 頻 度 (%)
静穏 (0.25 m未満)	70
0.25 m~0.49 m	22.2
0.50 ~0.74	7.2
0.75 ~0.99	0.6

~1月2日の結果は上表のとおりであり、なお、周期は1.0~1.9secの発生率が最も多く全体の36%を占める。

波向は目視によったが、S-SEが殆どである。

台風等の異常気象時の波は本調査地区の既資料はないが、概略推算結果現段階では波高4~5m程度を見込むべきだと考えられる。なお、これについては今後の調査結果により検討すべきである。

c) 新設港湾計画

本港で取扱われる貨物量はアルミナ本体事業に関係するものと、島内の人口増加に伴う食糧その他の生活関係物資等の雑貨であり、その年間取扱い量を示すと次表のとおりである。

単位 1,000トン

アルミナ・リン酸カルシウム	680	(積)
石炭・苛性ソーダ・重油等	380	(揚)
雑貨	25	(揚)
計	1,088	

また、本港湾施設、および道路の改良によって開発が可能となる本島の木材資源の積出しは、年間20,000トンの原木の搬出が期待される。

以上取扱い貨物に対する接岸バースは最大対象船型を30,000D.WT、必要水深12mとし、また上記貨物の内木材を除くすべての貨物を同一の大型バースで取扱い、木材はその棧橋の反対側のバースと水面を利用することとした。

なお、フェリー、小型船(タグボート、漁船)の船だまりとして大型船棧橋の奥に防波堤で保護された水深4.0mの船だまりを計画した。

以上の取扱い貨物、船舶の到着隻数を考慮してまた、野積場、臨港道路、その他附属施設用地のための埋立等、次図に示すように計画した。主要施設の規模を示すと次のとおりである。

- 大型船、船岸施設……………棧橋構造 長さ180m 巾26m 水深11.5m
- 小型船、船だまり……………水面積 約130m×130m
フェリー埠頭、小型船岸壁、エプロン等を設置
- 系船浮標泊地……………1ヶ所
- 港湾用地造成……………53,000m²埋立地

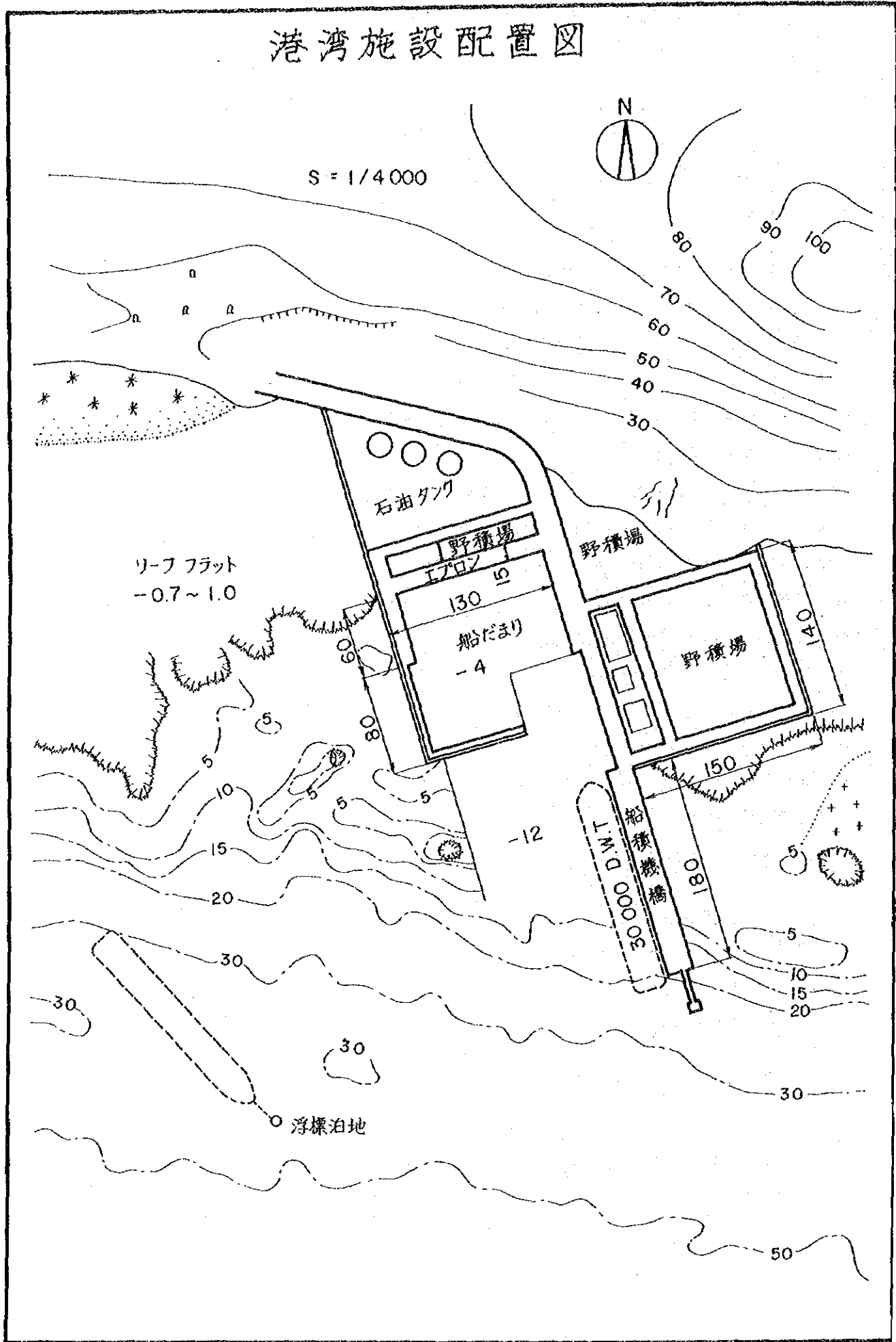
3) 港湾施設建設費

港湾施設建設費をつぎのとおり算定した。

単位 千円

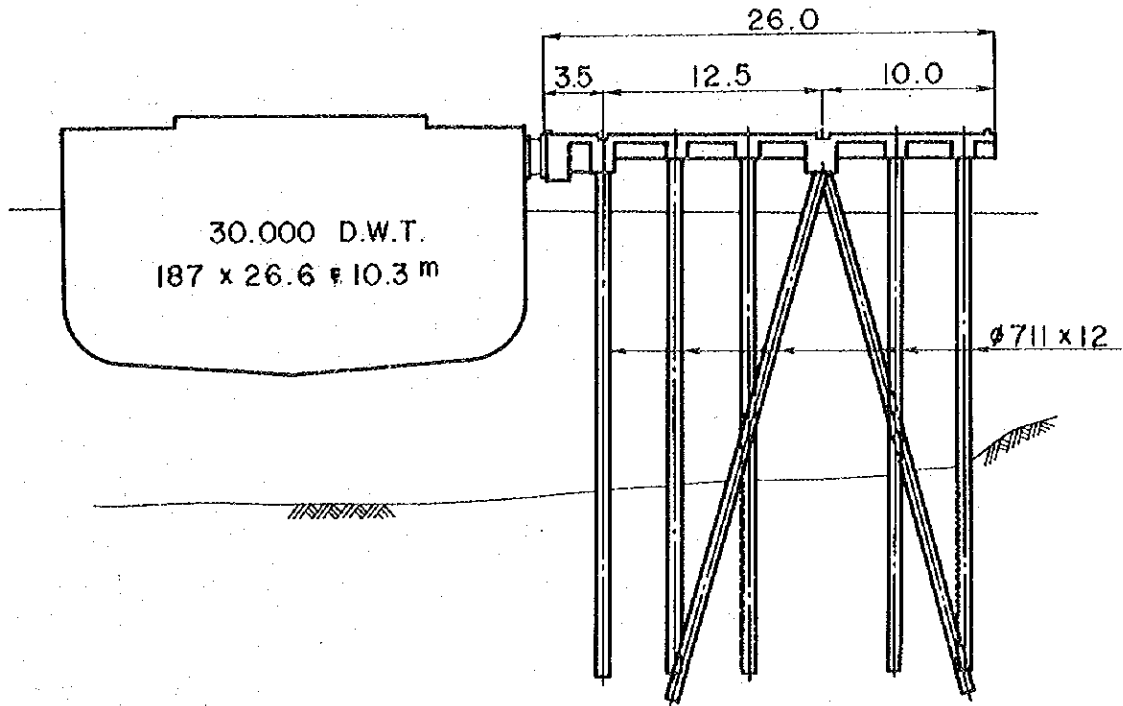
直接 工事 費	用地造成費	412,283
	外郭施設費(防波堤)	244,569
	系留施設費	1,418,516
	その他施設費	800,046
	計	2,875,414
間接工事費		1,660,425
一般管理費		589,161
調査・測量・設計費		256,000
総計		5,381,000

港湾施設配置図

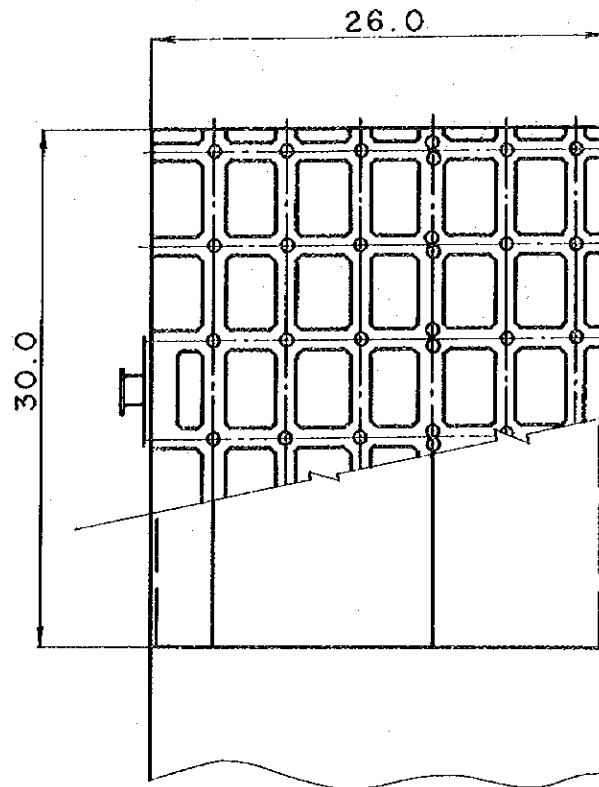


船積機橋断面図

S = 1:400



平面図



工事費積算には、必要建設資機材、労務者等のうち現地で入手できるコンクリート用骨材、現地人、人夫の外は総て日本で手配し、輸送のうえ建設に当たることと計画した。なお、それ等の資材単価、労務費は1975年の単価によって算出したものである。

4) プロジェクトの経済評価

a) 本港で取扱われる貨物の推計

アルミナ本体事業に関連する取扱い貨物量及び雑貨の取扱い貨物は次のとおりである。

アルミナ・リン酸カルシウム	680,000トン(積)
石炭・苛性ソーダ・重油等	383,000トン(揚)
雑貨	25,000トン(揚)
計	1,088,000トン

b) 概算便益の検討

現在、本島には港と称されるものは全くなく、2ヶ月に1回の割合で就航している政府の船も沖泊してハシケ荷役を行っている。本港湾施設の建設によってもたらされる便益額の算定についてベースがない場合の沖荷役と、けい岸荷役の荷役費の差額を便益額とした。

但し、各荷役に対する費用は日本の2類港の料金をとって求めた。その結果求めた便益率は次のとおりである。

投資回転率	28.6%	(割引率 7%)
費用便益比率	23.9%	(")
投資所得比率	24.8%	(")

いずれも非常に高い値となった。

5) プロジェクトの地域開発効果

港湾の整備によって新たに開発の可能性ある産業として、林業、漁業資源がある。

- 林業については材種からベニヤ板、パルプ材としての輸・移出が期待され、その量は月間2,000ton程度が見込まれる。
- 漁業については、本体事業の活動による島内人口の増加による鮮魚の供給に対処するための近海漁労とホニアラに基地を持つ水産加工を主とした漁船の避難港として、漁船の安全操業向上に供される。
- 日常生活物資の移入は、現在衣類、米、砂糖、ビスケット、缶詰、煙草、木材(角材、板材)トタン板、その他、灯油、灯油ランプ、ブッシュナイフ等がなされている。

主として、灯油、食糧品、衣類が多く、建築用材は僅かである。

この移入はホニアラから2ヶ月に1回の割合で就航する政府の船によってなされ、その量は1回当たり1,000~2,000Kg 弱で年間の移入量はホニアラ出稼者の直接持込みを考慮しても7~15ton程度とみなされる。

これ等生活物資の購買意欲は高いものの、島民1人当りの年収(約20A\$)の低さと相俟って、現金収入の増大と生活向上を望んでいる。

○ 島外との交通は現在、周1便の航空機と2ヶ月に1回の政府の船によっているが、人口増加に伴う定期船の就航が可能となる。

以上から、本体事業の立地および港湾施設の整備による経済活動によって、直接、間接的に島民の収入の増大と、生活物資の安定供給が計られ、交通の利便さとも相俟って生活の向上が期待される。

(7) 道路整備計画

1) レンネル島交通及び道路の現況

外部からレンネル島に渡るにはボーキサイト調査のため建設した飛行場を使用し、周1便の航空機(8人乗)定期便と1ヶ月~2ヶ月に1回政府の不定期船が就航し物資・人員の輸送にあっている。この外は航空機又は政府船をチャーターして島に入ることができる。

一方、島内はボーキサイト調査時作った飛行場からカンガバ湾に至る巾3mの道路があり、一部は自動車の走行が可能であるが、大部分は農耕用トラクター以外は運行が不可能である。その他部落間及びカンガバ湾から東部住民居住地に至る間は島民が徒歩で往来する間道がある。

従って、島内の輸送も飛行場からカンガバ湾に至る間はトラクターが利用されているが、これ以外は運搬用の馬匹類もないため人力による運搬である。

2) 将来の交通量

アルミナ開発が進められ、操業時には港湾道路の完備にともない、林業、農業が開発され、これに伴う交通量と作業者の増加にともなう生活資材の輸送、島民の交通量は次のとおり見込まれる。なお、この交通量には作業者の通勤、島民のバス利用等を含む。

区 間	延長 Km	交 通 量 (往復台数/日)			
		トラック	バ ス	乗用車	合 計
飛行場-工場 (チンゴア)(ラバング)	31.6	340	21	34	395
工場-港	2.24	129	8	24	161
工場-タウン	6.79	4	45	98	147
タウン-東部 レイクサイト	13.81	2	4	8	14

3) 技術調査の Findings

レンネル島は隆起環礁で島の周辺部は標高100m~200mの丘陵が連なり、海岸線は急峻な海蝕崖であり内陸部は小さな起伏を有する盆地状の低地となっている。又、東部約1/3は湖である、丘陵部は硬質石灰岩が多く低地部は殆ど軟質又は砂質石灰岩である。内陸部の凹地にボーキサイトが堆積している。

レンネル島の降雨量は約3,000mm/年で雨量は多いが多孔質な石灰岩のため地下水となり河川は一つもない。

a) 沿道の現況及び路線の選定

現地調査測量の結果、特に道路建設が困難な地域はない。

- 1) 調査の対象地域は島の西北部飛行場から工場、港湾建設予定地を通り、東部住民居住地に至る島を縦貫する道路建設地区で標高2.3m~100mの熱帯雨林内である。
- 2) 調査地域のうち、飛行場から工場予定地カンガバに至る間31.6Kmは既設道路を全面的に改良、拡張する。
- 3) 港湾-工場間は海岸線の一部を埋立て海蝕崖を切上りする必要がある、更に大型車の通過のため勾配、線形を考え新設する。
- 4) 工場-タウン間は丘陵部を通過する間道があり、又タウンから東部住民居住地レイクサイトに至る間も島民の間道があり、この道路は比較的勾配が緩いので間道沿いに計画する。

b) 道路計画

- 1) 設計速度 地形的条件、交通量を考慮し標準部35Km/hrカーブ部分で30Km/hrとした。
- 2) 巾員、飛行場-工場-港湾-タウンサイト間は交通量から8m巾員とし、タウンサイト

から東部住民居住地区に至る間は交通量も少いので6m巾員とした。

3) 道路の構造

レンネル島全体が石灰岩で構成されており、ボーキサイト部分をさげ、石灰岩部分を通過するよう計画し、道路構造材は試験結果に基づき、石灰岩を路床とし良質の石灰岩を粉砕し、路盤材料を作り敷均し転圧し路面とする。

4) 道路計画概算建設費

道路計画に基づき、各路線ごとに掘さく量、盛土量等の工事量を算出し、建設用機械は現地調達困難のため日本より輸送する。工事は日本人技師と現地労務者により建設を行う。

建設期間は約2ケ年として概算建設費を積算した結果、路線別建設費は下表のとおりとなる。

路 線 名	延 長 (Km)	概 算 建 設 費 (千 円)
チンゴア (飛行場) - ラバング	3 1. 6	3 1 2, 6 0 0
港 ~ 工場 (ラバング)	2. 2 4	4 9, 9 0 0
工場 ~ タウン	6. 7 9	1 3 6, 2 0 0
タウン ~ 東部住民居住地 (テバイテへ)	1 3. 8 1	1 1 3, 7 0 0
合 計	5 4. 4 4	6 1 2, 4 0 0

5) 道路整備計画の経済評価

道路プロジェクトの主な便益は運転経費の減少、輸送時間短縮による人及び物両面の費用節減、地域経済開発を刺激する等があげられるが、本プロジェクトの評価はこのうち定量的に評価できる運転経費の減少と輸送時間短縮による人件費の節減効果を便益額として算出、その結果は次のとおりである。

評 価 方 法	割 引 率	%
費用便益比率 (予定建設費)	1 0 %	1 4 4 %
	1 2 %	1 3 5 %
同 上 (建設費 1 0 %) u p の 場 合)	1 0 %	1 3 3 %
	1 2 %	1 2 5 %
内部収益率		1 7 %

費用便益比率は建設費が10%値上りした場合も100%を上廻り、又内部収益率も17%となる。

6) その他の開発効果

道路プロジェクトの便益には次のような定性的効果が期待できる。

1) 地域経済開発

輸送能力不足のため、未開発のまま放置されている森林資源の開発、自給自足の状態にある農業、漁業は市場生産へと開発され、内陸部と沿岸部の交易も盛んになり、地域経済の発展に寄与する。

2) 文化、教育、保健衛生等の効果

島民生活の現状は原始的なもので家屋、生活用具も貧弱であるが、ホニアラとの交流が盛んになるにつれ、改善されつつあり道路建設後、輸送力が増強されれば急速に充実されるものと思われる。又、教育についても通学に不便なため普及がおくれており、特に年少者の教育は至難な現状であり交通が確保されれば教育の普及に極めて有効である。

一般的に熱帯地方では幼児の死亡率が高く、ソロモン群島も統計によれば例外ではない。この原因は種々あるにせよ道路不備のため、迅速な連絡、行動がとれず手おくれになる場合が多い。

又、熱帯特有の疾病も多く、これ等の治療に道路の果たす役割は大きく、島民の福祉向上、保健衛生面の向上に不可欠なものである。

これ等の効果は当プロジェクトの効果をより大きくするものである。

(8) 用水設備計画

1) 用水の現況

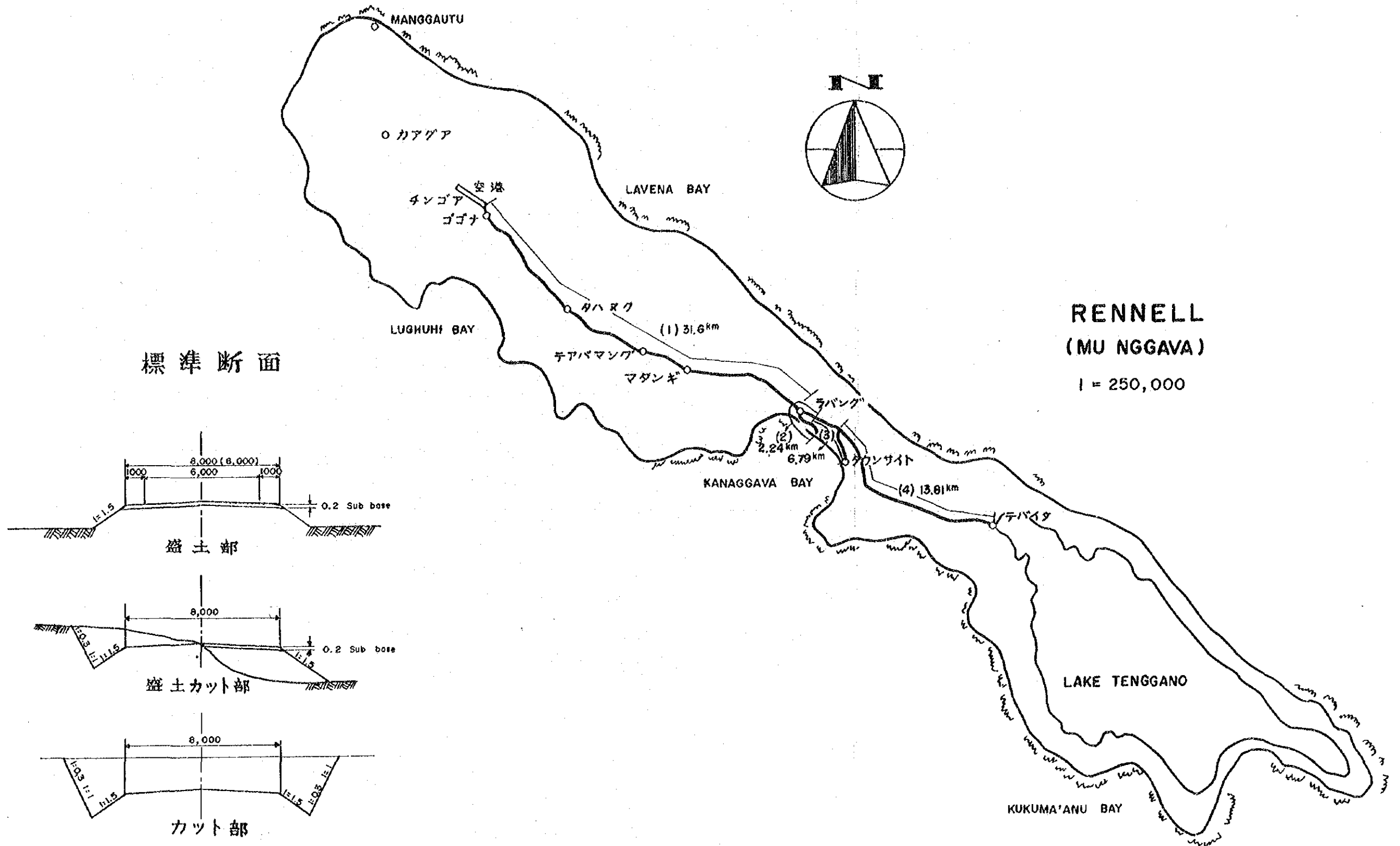
レンネル島は年間約3,000mm以上の降雨量を示しているが、カルスト状のため河川はなく、地表水は乏しい。島民の生活水は天水と凹地又はケーブ内にある地下水を使用しており、飲料水は椰子の果実液を主としている。

ソロモン政庁は伝染病予防、生活向上対策として上水道施設の拡充を行いつつあり5ヶ年計画にも公共施設の拡充の中で取り上げているが、レンネル島上水道施設についての具体的計画はない。

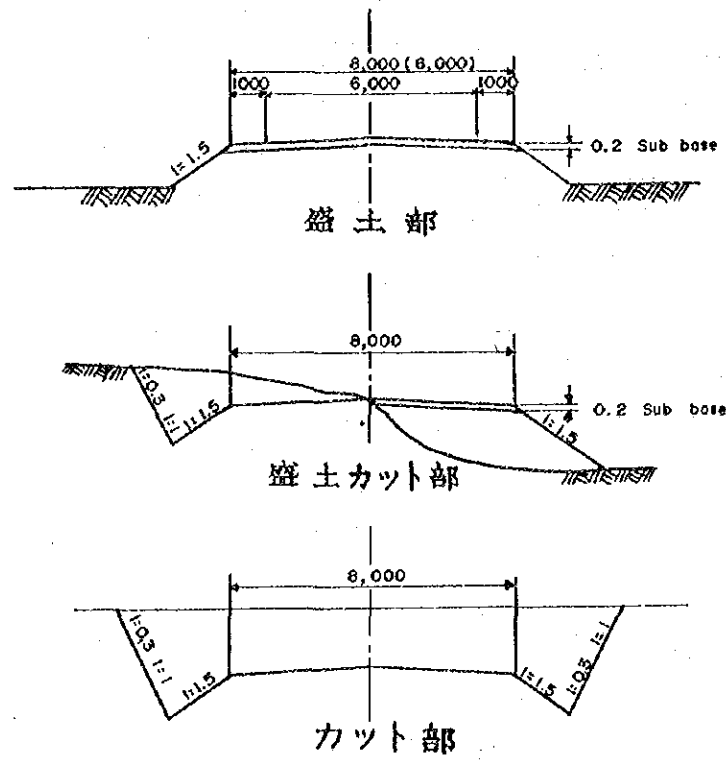
2) アルミナ開発にともなう用水所要量

用水所要量についてはアルミナ工場使用水18,000T/日が計画されており、この他に現地住民の生活用水、工場労務者、港湾関係、林業関係労務者及びその家族の人口増加にともなう使用量の増加、船舶用水を推計し2,000T/日、合計20,000T/日の用水を地下水汲上げにより供給する必要がある。

道路整備計画図



標準断面



() 内は分岐点〜レングスの巾を示す。

3) 技術調査の Findings

a) 地下水の状況

レンネル島は島を構成する石灰質岩がカルスト化作用により地下に多数の空洞を有し、非常に良好な透水層となっており、地下浸透した雨水は島の周辺から海水中に流出している。島の深部は海水が入り込み地下水体はその上にレンズ状をなしており、地下水の挙動は透水層を通して海水とその挙動とに密接に関連している。

b) 取水候補地の選定

1) 地下水体の構造から海岸より遠く消費地に近い取水地を求めるため地形、地質調査の結果、島の中央部で消費地に近いナガニブラ地区及びタフア地区の2地区を選定。両地区とも地表から地下水体まで浅くケーブ内に地下水があり、又凹地は池状になった所があり、用水テスト及び取水地としても適している。

2) ナガニブラの地下水面は海面より高度1m、タフアの地下水面は約2mである。

c) 地下水位の変動

1) 地下水位の変動を自記水位計により記録観測し、カンガバ湾における潮位観測の結果と対比してみると地下水位変動の振幅は12~18cmあり、ほぼ1日周期の規則的な変動がみられる。一方潮汐の変動巾は39~80cmと大きく変化しているが、周期は1日周期で潮汐の変動と地下水位の変動パターンと酷似しており、地下水は潮汐によって変動をうけ、海岸まで連続した地下水体であるといえる。

2) 地下水は、透水性の良否、地形により異なるが、全体的には相互に関連しつつ中央部から海岸部に向け流動している。

d) 揚水試験による変化

揚水試験による水位の変化は揚水開始直後に急速に地下水面が5cm低下した後は大きな変動は見られない。又、揚水停止後は急速に上昇し元の平衡状態に復帰する。

e) 水資源開発量の推定

レンネル島で取水する場合の水バランスは年間降雨量から地下浸透量を計算すると、 $2,730 \text{ m}^3/\text{day km}^2$ となる。しかし、季節変動、日による降雨量の変化があり通年の観測を行う必要がある。

20,000T/日の水の補給は約10km²の面積の透水量で足りる。

f) 影響圏の検討

揚水試験による結果から20,000T/日取水した場合の影響圏につきKozenyの算定式によって各種条件下で算定すると48時間揚水した場合半径648mとなる。揚水時間の増加につれて影響圏は拡大されるが、実際は地下水流があり降雨による浸透水が地下水補給を行っている

ので、ある程度地下水位低下が拡がった段階で平衡状態に達する。従って、影響圏は年間、平均雨量による計算では20,000T/日の取水をした場合に1,530mとなり、最少雨量月を年平均の1/2の1,300m/daykm²と安全を見込んだ場合2,200mとなる。

g) 取水地及び取水ヶ所数

1) ナガニブラ及びタフア地区について取水地として検討結果は消費地に近いナガニブラ地区が建設費の面から有利であるが、海岸線にやゝ近い欠点はある。しかし、安全を見込んだ影響圏の外辺部から海岸線まで2km以上あり、ナガニブラ地区が取水地として有利といえる。

2) 取水ヶ所数については、20,000T/日の水は1ヶ所で取水可能であるが影響圏が推定値であること、用水の安定的供給の面から取水場所を2～3ヶ所に分散して設けることが望ましい。

h) 水 質

1) 水質試験の結果は石灰岩質の中に地下水体があるためカルシウム及びPHが高いが工業用水及び食水としての水質許容限度内であり別に問題はない。

2) ただし、硬度が多くボイラー用水としては適当でない。

i) 給配水設備

1) 取水井は3ヶ所とし、取水井の近くに貯水槽を設け1ヶ所に集水し、工場周辺の適地に着水槽を設ける。この間道路沿いに送水管を敷設する。

2) 着水槽から浄水設備を経て、工業用水は工場へ給水する。

食水は急速河過、薬液処理後給水塔を経て工場、都市港湾、部落に給配水する。配水管は保全面も考慮し、道路沿いに敷設する。

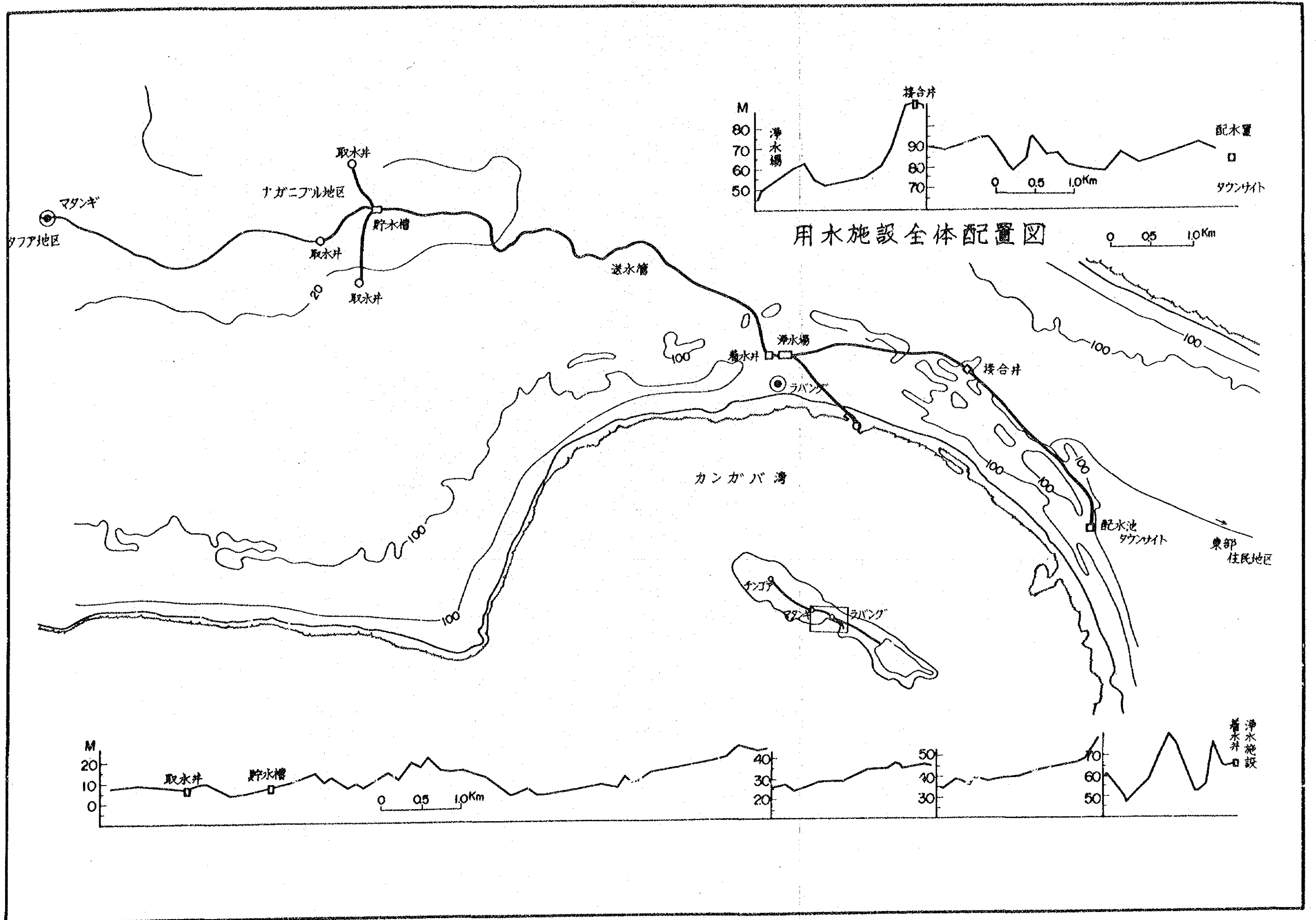
4) 用水計画概算建設費

用水計画概算建設費

施 設 項 目	概 算 建 設 費
取 水 施 設	6 6,4 0 0 千円
配 水 "	4 1 4,8 0 0
浄 水 "	4 7 6,8 0 0
合 計	9 5 8,0 0 0 千円

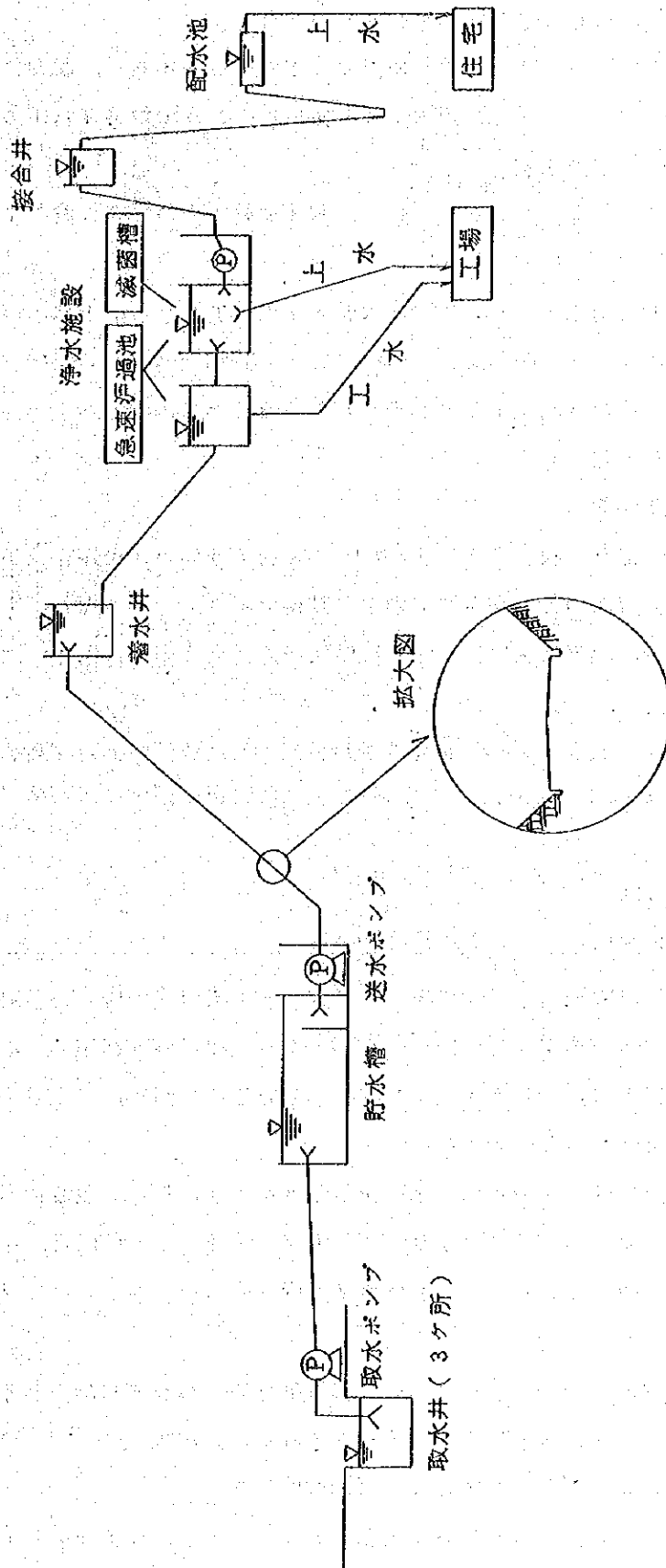
5) 用水施設の経済評価

a) 用水施設の経済評価については、所要用水量20,000T/日を補給できる用水施設及びその維持管理費の支出につき検討を行い、工業用水及び食水についてそれぞれ収支バランスをはかる



用水施設全体配置図

取水から給水までの見取り図



こととし、単価比較し、その評価を行うものとした。

- 1) 工業用水については、用水を使用する工場に全量供給し、所要経費も全額負担させる。
- 2) 食水は収支バランスした用水単価を算出し、これで維持運営するものとする。

b) 用水単価の算定及比較

用水設備の耐用命数を30年として、稼働開始までの投資金利を7%として償却費計算の基準とした。

用水単価は工業用水18円/T、上水道34円/Tとなる。上水については、首都ホニアラの水道料金と同程度であり問題はないと考える。工業用水については、ソロモン群島には比較するものがなく、又工場所在地の水利により単価差も大きいので比較困難であるが、日本の都市周辺の工業用水単価に比しやゝ安い。

6) その他の開発効果

用水計画により、現在の人口1,300人の約75%の住民が上水道の利用が可能となる。

水道利用による次のような定性的効果が期待できる。

- a) 伝染病予防、熱帯地区に多発する皮膚病予防、衛生環境の向上
- b) 生活改善
- c) 幼児死亡率の減少、ソロモン群島の幼児死亡率は統計によれば高い。この原因は種々あると考られるが、水道施設の整備による衛生環境、衛生思想の向上により疾病予防死亡率の減少に役立つ。

(9) 通信整備計画

1) ソロモン群島及びレンネル島通信の現況

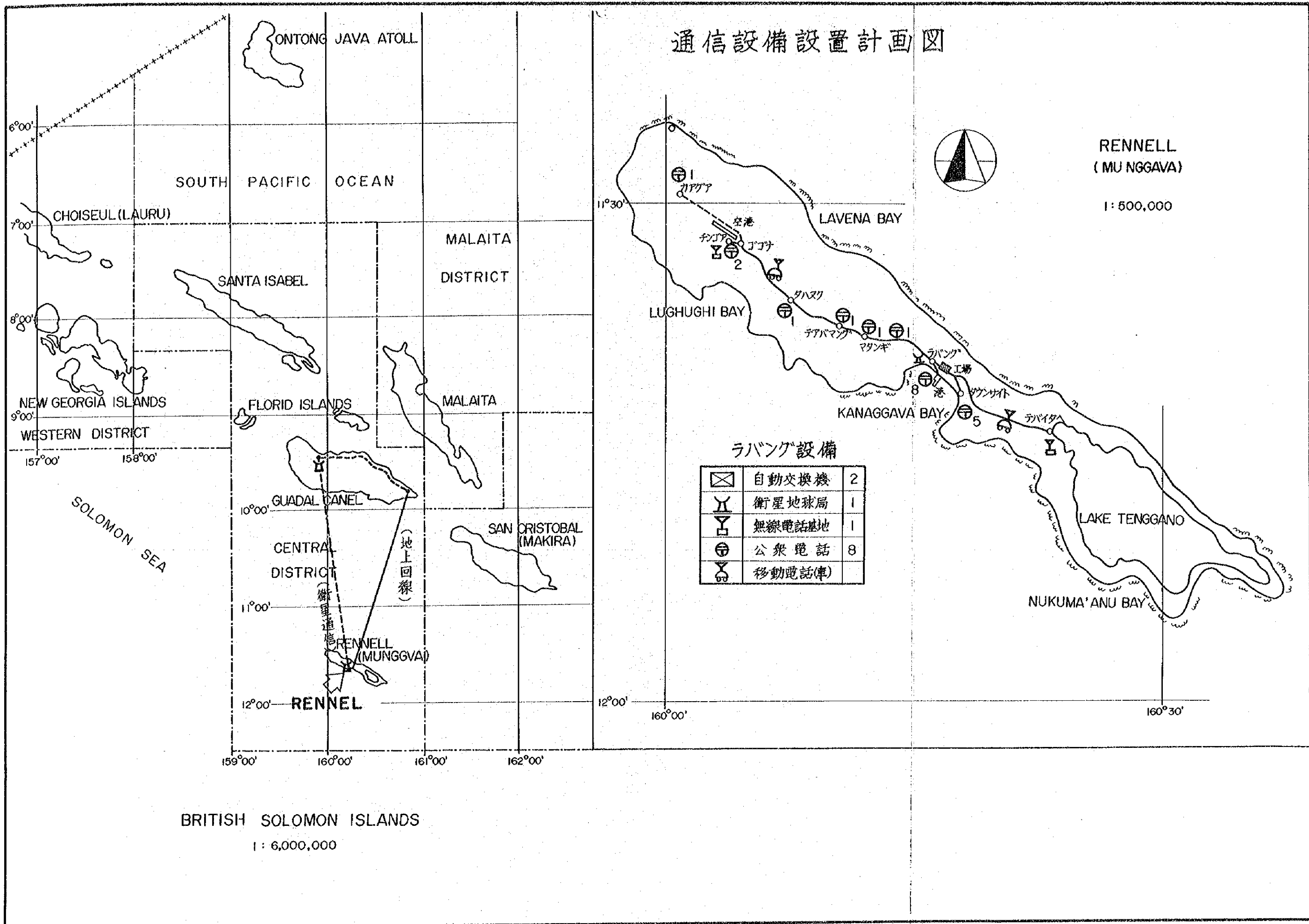
ソロモン群島の通信は、全て建設、郵政、海上省の中の郵電通信局が管理しており、国内通信のうち市内通信設備があるのはホニアラ、アウキ、ギソの3都市で、その他は短波、超短波無線通信設備が設置され、首都ホニアラと結ばれている。しかし、ごく限られた周波数であり、質も悪く、通信事情は良好とは云えない。

一方、国際通信は一般通信用と航空通信設備があり、何れも短波通信装置で一般通信はホニアラとシドニー（オーストラリア）及びスバ（フィジー）と結ばれ、それぞれ1チャンネルで電話・電報を取り扱っている。これ以外の諸外国への通信はシドニー、又はスバを経由して行われている。

レンネル島内には島とホニアラを結ぶ政府無線局と私設無線局があるのみで、レンネル島からホニアラを呼出し、公衆通信に接続連絡できるが、質が極めて悪く殆ど連絡困難な状態である。

2) アルミナ開発時のレンネル島通信回線所要量

アルミナ開発計画にともない、工場、タウンサイト、マインサイト、港湾、用水関係で直接



通信設備設置計画図

RENNELL
(MUNGGAVA)

1:500,000

ラバング設備

☒	自動交換機	2
☎	衛星地球局	1
☎	無線電話基地	1
☎	公衆電話	8
☎	移動電話(車)	

BRITISH SOLOMON ISLANDS
1:6,000,000

アルミナ開発に必要な回線は200回線が見込まれ、この他設備点検、連絡用に移動局20局が必要である。

以上は工場設備であり、この他に港湾、政府出先機関、関連して開発される林業他島内通信用に次のとおり約100回線が必要と見込まれる。

中央政府出先機関	20回線
地方自治体	5
港湾(税関、商社他)	20
林業関係	20
病院	5
学校	5
空港	5
公衆電話	20
	100

これ等の他に、中央政府他首都ホニアラとの通信、更には海外通信も必要であり、レンネル島とホニアラを結ぶ無線回線3回線の建設が必要である。

3) 技術調査の Findings

- a) 島内通信線の建設については、地形上あまり問題はない。
- b) レンネル島-ホニアラ間約250kmを結ぶ回線について地上マイクロ回線による場合はガダルカナル島を東西に縦断した標高約2,000mの山脈に遮えざられ、直接回線は望めない。このため、ガダルカナル島及びマライタ島の地形、局地候補地を6ルートについて調査検討を行った。その結果はガダルカナル島東廻りで数ヶ所の地上中継局を設け、同島東南端マラウに Over / Horizon 局を設置し、レンネル島と結ぶルートが途中の中継局設置、補修等を検討の上、建設費も他の5ルートに比し有利である。
- c) 次にホニアラ-レンネル島を結ぶ回線を衛生通信方式による場合はホニアラ、レンネル島に衛生通信地球局各1局を設置するだけで、途中の中継局の必要はなく、補修管理の面で極めて有利であるが、衛生使用料を毎年支払う必要がある。
- d) レンネル島の無線局設置については、地形上障害になるものはなく、工場、港湾に近接した地域を選定し設置する。

4) マイクロ回線方式と衛生通信方式の比較

上記のとおり、衛生通信は地球局各1局の設置のみでよく、マイクロ回線方式は中継局を必要とし建設費、保守の面で、衛生通信方式が管理上も有利である。

しかし、衛生使用料金の支払が必要である。

両方式の年間経費は衛生通信方式が年間1.38百万円、マイクロ回線方式が1.68百万円となり、衛生通信方式が年間30百万円有利である。

5) 通信計画概算建設費

ホニアラーレンネル通信回線 (衛生通信方式)	798,400千円
レンネル島電話通信設備	524,700千円
合計	1,323,100千円

6) 通信整備計画の経済評価

a) 電気通信事業はその持つ公共性、電波管理上から国営又はそれに代る公社等により運営され、一般営利企業とは異なり各国の国情に応じ通話料金等定められている現状である。

本プロジェクトはレンネル島ーホニアラ間の衛生通信と島内電話に限られており、通話料金の決定にあたってはソロモン政庁の認可が必要であると考えられ、便益の収支計算は困難であるが一応国際通信料金、国内遠距離通信料金、ホニアラ市内電話料金等に準拠し推定すれば、レンネルーホニアラ間1通話A\$3.00となる。

b) 年間利用度の推計

レンネルーホニアラ間の通信設備利用度を通話料金でアルミナ企業とソロモン政府及び現地企業民間利用に区分し、その利用度は次のとおり、アルミナ企業が55%現地政庁他の利用が45%となる。

年間利用度の計算(レンネルーホニアラ間)

アルミナ開発企業

レンネルーホニアラ	$10\text{回/日} \times 313\text{日} \times 10\text{分} / 3\text{分} \times \$3.00 =$	A\$ 31,300
国際通信	$7\text{回/日} \times 300\text{日} \times 10\text{分} / 3\text{分} \times \$3.00 =$	21,000
テレックス	$7,200\text{秒} / 60\text{秒} \times 300\text{日} / 3\text{分} \times \$3.00 =$	36,000
(55%) 計		88,300

政庁及其他民間利用

レンネルーホニアラ	$19\text{回/日} \times 10\text{分} / 3\text{分} \times 313\text{日} \times \$3.00 =$	A\$ 61,030
国際通信	$4\text{回/日} \times 10\text{分} / 3\text{分} \times 300\text{日} \times \$3.00 =$	12,000
(45%) 計		73,030

収入金額円換算64,532千円で年間所要経費138,154千円の約1/2となる。なお、本プロ

セクトで設置するホニアラ母局は僅少の投資で国際通信及びソロモン群島の各島との通信の母局としての将来の利用が期待しうる。

e) レンネル島内一般用電話通信

島内100回線を一応収支バランスした運営を行うものとして通信料金を計算、下記の通り1通話5円(20円)となる。

通 話 量

公 衆 電 話 20台×2時間/日×365日×60分/3分= 292,000 通話

一 般 可 入 電 話 80台×2時間/日×313日×60分/3分=1,001,600

計 1,293,600

年 間 経 費 24,662千円 ÷ 1,293,600 = 19.06 = 5円

7) その他の開発効果

a) 地域経済開発

前述のとおりレンネル島には通信手段がないために島内、外の連絡は極めて不便であり、自給自足の生活で森林、農業、漁業資源も未開発の状態にある。通信が容易になり、島内外の連絡が確保され、道路、港湾設備が拡充されれば、これ等資源の開発が期待され通信の果たす役割は大きい。

b) 地域住民の福祉向上

迅速なるコミュニケーションは、地方行政の徹底、教育の普及等に効果があり、又部落間の連絡、疾病等の緊急連絡対策等住民福祉の向上に対する貢献度は高い。

c) 他地区との連絡

アルミナ開発により、他地区からの移住者は家族を含み7,000人が見込まれ、これ等の移住者の出身地との交流のため通信の必要性は益々増加するものと考えられる。この要求に対し、電話、電信は不可欠のものである。

通信設備が地域住民にもたらす効果は極めて大きい。

1-2 結論と提言

(1) 結 論

1) 港湾設備、島内縦貫道路、通信設備、用水設備の新設は国民経済的に考えてフィージブルである。

しかしながら、将来予想されるこれ等の諸設備の利用の大部分がアルミナ開発に伴って発生するものであり、アルミナ以外の森林資源、農産品も単独では開発単位とはなり得ず、結局アルミナ開発なしには経済的に成立し得ない。

(2) 提 言

港湾、道路、用水、通信設備はアルミナ開発着工前に主要部分が完成していることが望まれる。これ等の設備のうち港湾は3年間その他の設備は2年間は必要であり、アルミナ開発着手年度を1980年とすれば1977年度からスタートすべきであろう。

また、地域開発促進と衛生、生活の向上のため上水道による給水、通信設備の一般利用を早めることが望まれる。

●第2章 序 論

● 第2章 序 論

2-1 プロジェクトの背景

ソロモン群島はオーストラリア大陸をとりまいて配列するメラネシア島群の一つで、南緯7°付近から同12°の約1,500Kmの間に並列する島からなっている。この調査の対象であるレンネル島は、政治、経済の中心であるガダルカナル島の南方約180Kmに位置し、この島に賦存するボーキサイト鉱床は1965年～1968年に国連が実施した空中放射能調査により発見され、その後、日本の企業がソロモン政府から特別探査権を取得し、探鉱の結果、約23,000,000トンの埋蔵量を持つボーキサイト鉱床であることが判明した。

ソロモン政府は同国地下資源開発の柱として、将来同国政府と日本企業がその他の民間企業と合弁企業を設立し、アルミナ開発を行うべく「レンネルアルミナ開発」計画を進めつつある。

本プロジェクトの成否はソロモン群島経済発展の鍵であり、ボーキサイト採掘アルミナ加工にもなう雇用の増加、所得増加、関連産業への波及効果、地域開発の促進による効果が期待され、積極的にレンネル島アルミナ開発計画に取り組んでいる。

本調査は「レンネル島・アルミナ開発計画」の関連施設整備計画調査であり、港湾整備、島内道路整備、用水整備、及び首都ホニアラとレンネル島を結ぶ通信施設の整備計画調査である。

2-2 調査の目的

ソロモン群島レンネル島に賦存するボーキサイトを採掘し、同島でアルミナまで加工する「レンネル島アルミナ開発事業」に附随して必要となる港湾、道路、用水、都市、通信、電力等の関連諸施設のうち、将来国際協力事業団から融資等の具体的可能性のある港湾、道路、用水、通信の整備につき、技術的、経済的検討を行うとともに、これら諸施設の開発効果を検討し、その整備事業に資するために行う調査である。

本調査の作業範囲は下記のとおりである。

- a) レンネル島カンガバ湾に工業用専用バース、一般貨物用剛バース、港湾施設の新設。
- b) 飛行場を起点に工場計画地、港湾、都市計画地を経由、東部住民居住地に至る従貫道路の新設。
- c) 民生用水、工業用水として20,000 m^3 /日の用水を供給するための取水可能地の調査・選定、取水設備；給水設備の新設。
- d) 首都ホニアラとレンネル島を結ぶ通信回線レンネル島内通信設備の新設。

2-3 調査の方法

調査団は団長1名コーディネータ1名、港湾技術者2名、道路・土木技術者2名、用水関係・地質技術者1名、工事技術者1名、通信技術者2名、の10名で編成され、1ヶ月現地調査を行った。

調査の内容は下記のとおりである。

a) 港湾施設

1) 港湾施設に関する全般調査

計画設計に関する基準、条件についての協議、資料の収集。

2) 現地踏査

3) 風向、風速計の設置と観測

4) 波高計設置による波高及び波向の観測

5) 潮位計による潮位の観測

6) 潮流の流向、流速の観測

7) 岸線地形の測量

8) 海底土質、地質の調査

9) 材料調査 港湾建設に伴う各種材料の取得単価を含む調査及び資料の収集。

b) 道路施設に関する現地調査及び実施調査

1) 道路施設に関する全般調査 計画設計に関する基準、条件についての協議及び資料の収集

2) 現地踏査

3) 地形調査 既存地形図及び資料を利用し、不備な点はトランジット、ポケットコンパス、レベルによる補足測量

4) 地質、土質調査 計画路線についてサンプルを採取し現地調査と国内諸試験の実施

5) 盛土、舗装材料調査 道路構築材料の採集地土量、土質の調査

6) 資機材調査 道路建設に伴う資機材について単価、資料の収集

c) 用水施設に関する現地調査及び実施調査

1) 用水施設に関する全般調査、気象、地形、地質、地下水の資料収集及び計画に関する協議

2) 現地踏査

3) 地下水位の測定

4) 地下水追跡調査、地下水の動向を把握するため地下水の流れ方向の調査

5) 揚水試験 携行ポンプ及び現地借用ポンプにより揚水試験を行い、水位変化、揚水量の流量、揚水中止後の回復につき測定揚水可能量の調査

6) 水質試験 飲料用水, 工業用水としての水質の適否について携行水質分析器を使用し水質試験

d) 通信施設に関する現地調査, 実施調査

1) 通信施設に関する全般調査, 計画設計に関する協議, 気象, 地形, 通信の資料収集

2) マイクロ波回線 衛生通信方式について置局候補地の選定調査を行い, ガダルカナル島西部, 及び東部地区の置局候補地, アウキ地区, レンネル島, 近傍地形, 伝播路のプロファイルの調査

3) 既設, 計画中の無線施設について電波干渉の有無について調査

4) 無線局設置に関する機材の陸揚, 運搬, 局設置に伴う資機材について調査及び資料収集

● 第3章 ソロモン群島の概況

●第3章 ソロモン群島の概況

3-1 一般概況

(1) 位置及び面積

ソロモン群島は、オーストラリア大陸の東側をとりまいて配列するメラネシア島弧群の一つであり、ニュー・ギニア島東方約800 Kmの南大平洋上に、北西-南東につらなる島々で、イギリス領ソロモン群島は南緯7°付近のショートランド諸島から南緯12°近くのサンタクルス諸島まで南東方向約1,500 Kmにわたって並列する島群である。総陸地面積は、およそ29,800 Km²で島の数100近くあり、ジョアスール、ニュー・ジョージア、サンタ・イサベル、マライタ、ガダルカナル、サン・クリストバルの6主島を除き、極めて小さい島が多い。

上記の6主島は島の長さ140 Km~200 Km、巾30~50 Kmの規模で、領土の大半を構成しており、なかでも最も大きなガダルカナル島は全領土の1/6にあたる約5,000 Km²の面積を有する。

(2) 地 勢

メラネシア島弧群は、オーストラリア大陸地塊と大平洋との境界部に形成された若い造山帯で、深い海底からそびえる大褶曲山脈の頂部がわずかに海上に姿をあらわしたものである。

ソロモン群島もこうした褶曲山脈の露頂部の一つであり、2列に並んだ島々は、いずれも島列の方向にのび、環礁や隆起珊瑚礁を除いて、島の中核部に火成岩や変成岩などの古い基盤岩を有する急峻な山地性の島々となっている。

また、火山活動もかなり盛んで、多くの島に火山ないし火山岩が存在するが、とくに2列に並ぶ島列のうち西側の島々は優勢であり、ガダルカナル島にソロモン群島最高峰のポボマナシウ火山(約2,400 m)があるほか、ニュー・ジョージア島付近は小火山島が密集している。一方、東側島列はかなり侵蝕の進んだ古い火山体を主としており、西側列島に比較してなだらかで、基盤岩の露出する部分が多くなっている。

大きな島々には河川がかなり発達しているが、一般に急峻な地形を反映して海まで急勾配で流れ落ちている。

代表的な珊瑚礁としては、オントンガージャバ、シカイアナなどの環礁やレンネル、ペロナなどの隆起珊瑚礁がある。隆起珊瑚礁は植物がよく茂り、人間の生活にも適する陸地を形成している。

(3) 気候、風土

ソロモン群島は、熱帯にあるため、日中の気温は一年中30℃前後に達するが、周辺の海や島の大きさ・地勢によって湿度・風・降雨状況などかなりの場所的差異があり、実際に感ずる暑さもこれによって大きく左右される。

高い山を持つ大きな島では夜間には山間部から海の方へ心地よい涼風が吹きおろして、熱帯とはいえ快適な夜を過ごすことができる。

季節的には、4月の終りから11月まで東南の貿易風が殆ど絶えず吹く快適なシーズンで、とくに東海岸部は海からの涼風をうけることになって寝やすい。一方、12月から4月にかけては、北西季節風の吹くやや不安定な気候で、台風シーズンでもあるが、この台風は珊瑚海ないしソロモン海域で発生し、ニュー・ヘブリディーズからフィジー方面へ通り抜けるため、ソロモン群島内では発生初期の低気圧である場合が多く猛威をふるうことはまれである。

降雨量はかなり多く、平均して3,000mm~4,000mm/年で、比較的雨量の少ないホニアラにおいて年間2,000mm~2,500mmぐらいであり、各島とも5月~10月は比較的少なく、11月~4月に降雨量が多い。

年 間 降 雨 量 (mm)

場 所	1970年	1971	1972	1973	1974
ホニアラ	2,561.0	2,401.2	2,905.7	1,823.7	2,058.8
キラキラ	3,791.6	4,178.90	3,339.2	3,159.4	3,470.1
アウキ	4,480.6	3,855.3	3,108.8	3,627.2	2,963.7
ムンダ	3,424.6	3,221.6	3,954.1	3,275.2	2,805.2

気 温	ホニアラ	キラキラ	アウキ	ムンダ
平均最高気温	30.5℃	29.8℃	30.1℃	30.9℃
平均最低気温	22.7℃	22.3℃	22.8℃	23.1℃

(4) 人口、民族、言語

人口、民族；

ソロモン群島における初めての完全な人口調査が、1970年2月1日に行われた。

それによると、ソロモン全人口は161,000人で、その後1973年6月推計では178,940人に増加、さらに1974年は184,500人に増加することが見込まれている。なお、1976年2月に人口調査が実施される予定である。

この人口の内訳は次表のとおり、メラネシアが93%を占めポリネシヤ人、ミクロネシヤ人、

ヨーロッパ人、中国人、その他の順になっており、人口は年率約2.5%で増加しつつある。

人 種	1970年		1973年	
	人数	%	人数	%
メラネシア	149,667人	93.0%	166,640人	93.0%
ポルネシア	6,339	4.0	7,120	4.0
ミクロネシア	2,362	1.5	2,610	1.5
ヨーロッパ	1,280	0.8	1,280	0.7
中 国	577	0.3	580	0.3
そ の 他	713	0.4	710	0.4
合 計	160,998		178,940	

言 語；

ソロモン群島においては、約40の言語が使用されている。しかし、公用語としては、通常、英語が使われている。学校において、英語が使用されるようになってから、英語は益々公共的になってきている。

しかし、原住民の間では、ピジン・イングリッシュ(Pidgin English)が、日常の言葉として使われている。

3-2 歴 史

1568年に白人として初めてこの群島に足跡を印したスペインの航海者・アルヴァロ・デ・メンダナによって発見され、聖書の伝説「ソロモン王の黄金」の出所として名付けられたのがはじまりである。

それ以前のことについては、現住民のメラネシア民族が先祖に関する伝説をもっておらず判然としない。

メンダナの発見後、しばらくの間、ソロモン群島は世界から忘れられていたが、19世紀に入りオーストラリア新大陸に白人が入り込むにつれて、現地人との交流が本格化し、鉄器の導入をはじめとして大きな変革が始まった。

19世紀後半、オーストラリア(クィーンズランド)の砂糖、フィジーのココナツ栽培が盛んになり、労働力が不足し、これらの栽培のための安価な労働力としてソロモン人が求められた。

さらに、この頃からイギリス、ドイツなどヨーロッパ諸国による植民地化がはじまり、イギリスは1893年海軍を派遣して、ソロモン群島をその保護領とする旨の宣言を出して、ドイツと

の領土交換なども含め、着々と領有化を進め、1898年にサンタクルス諸島、1899年にレンネルとペロナ、1900年にショートランド、チョイセル、サントイサベル、オントングが保護領に加えられ、現在のような領域が完成した。

1942年第2次世界大戦に際し、ソロモン群島は重要な戦略拠点となり、激しい戦闘の場となったが、戦後再びイギリスの保護領となった。

一方、政治行政的にみると、1953年マライタ、ガダルカナル、サンクリストバル、保護領全体の順に地方委員会が設立され、更に、1960年には立法委員会、行政委員会が置かれ、続いて、1964年、67年に憲法の改正が行われ、1970年に行政議会が設立され、ソロモン群島も近代化の道を歩み始めている。

3-3 政 治

イギリス領ソロモン群島は西太平洋高等弁務官 (Western Pacific High Commissioner) によって統治されている。

行政組織は1960年まで高等弁務官とその補佐官による直接統治がなされていたが、1946年頃から少しずつ民政的な色彩を取り入れるようにし、1960年以降立法委員会、行政委員会が設立され、1970年4月10日から効力を発した新憲法は、立法及びその執行を司る統治委員会 (国会) の構成を次のように規定した。

選挙による委員	17人
職権上の委員	3人
高等弁務官任命委員	6人以内

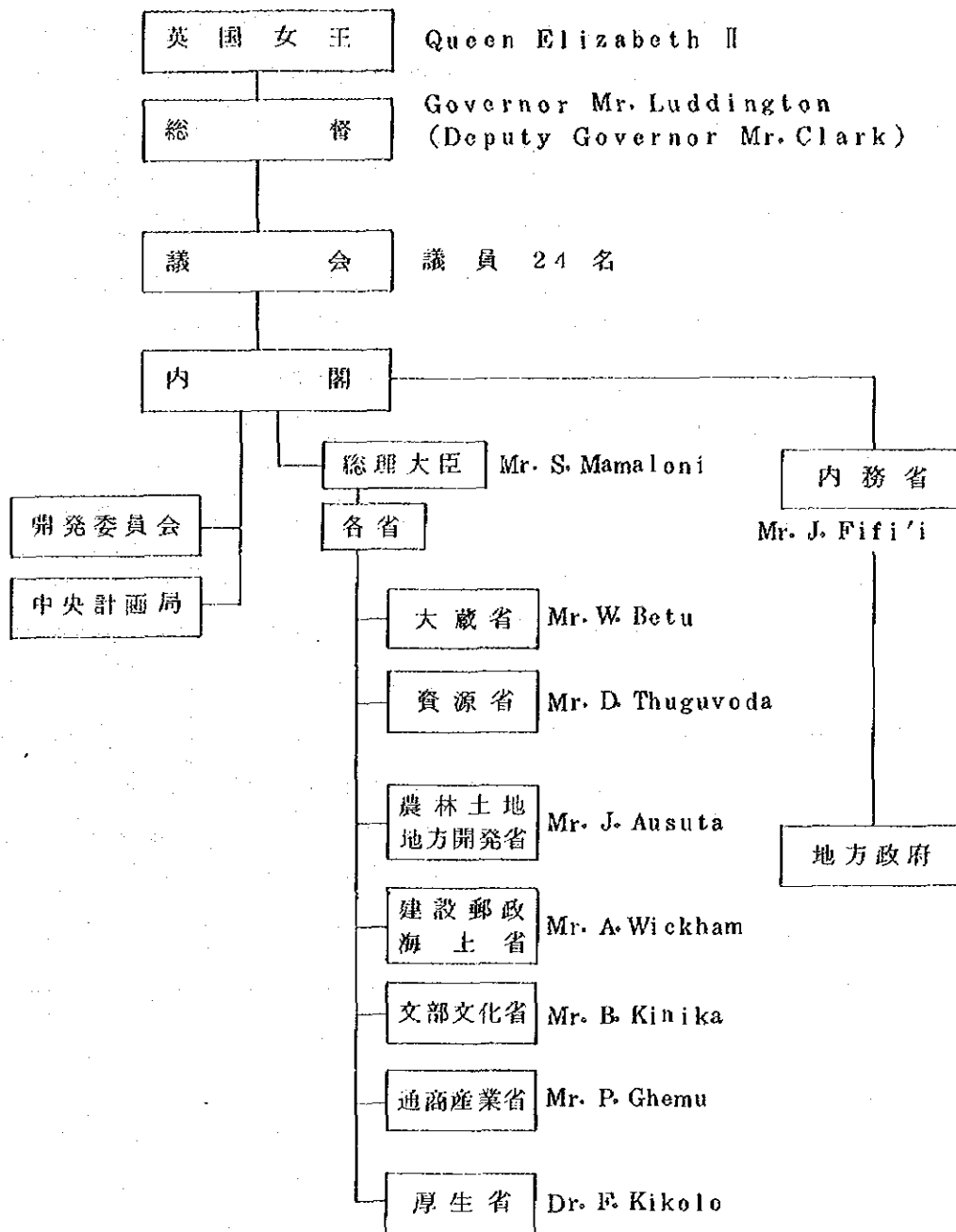
1970年5月および6月には民選議員選出の第1回、総選挙が行われ、17名の議員が選出された。

また、高等弁務官は、政策の決定及び彼のもつ権限の行使に対しても、統治委員会に諮問する義務を負うことになった。

議員の任期は3年で最近の選挙は1973年に行われ、24名の議員が選出され、現在24名の議員と3名のEX-Officioメンバー、総督、議長で構成されている。

次の選挙は本年 (1976年) 実施される予定で、議員数も大巾に増加し40名~45名となる見込みである。

行政機構は次図のとおりで、1975年12月内閣改造が行われ、現在の閣僚は次のとおりである。



地方政府区 (Local Council) は現在8地区あり、地区内での行政を担当している。これらの地方自治体を管轄する省が内務省 (Ministry of Home Affairs) である。

(i) 自治及び独立

ソロモン群島の自治は1975年末を目標に進められたが、現在は半自治の状況にあり、首相Mamaloniは国の名称をB. S. I. P (British Solomon Island Protectorate) からBとPをとり「Solomon Islands」とする旨を発表し、英国女王の署名

認可を得ており、正式には自治移行と同時に発効するが、既にこの発表で「Solomon Islands」となり、1976年～1977年に独立を目標に計画が進められつつある。

(2) 国家開発計画

政府は1975年1月1日から5ヶ年間の「国家開発計画1975年～79年」を策定し、この開発計画書は全文4巻からなっており、第1巻はStarting Pointsとして、経済、政治、社会、厚生、文化等の現状が説明され、第2巻がBuilding the Nationで開発計画の政策、目的、方法、目標が各項目ごとに明記され、第3巻は補足資料集で、第4巻は政府プロジェクトの詳細なリストが発表される予定であるが未発表である。

3-4 経 済

(1) 勞 働

1) 雇用状況

ソロモン原住民の多くは、自作農業に従事し、政府関係や企業などに雇用されている者はまだ下表のとおり全人口の7%、就業可能人口15～54才の15%である。

	総人口 (A)	就業人口 15才～54才 (B)	雇用者数 (C)	C/A	C/B
男	94,680人	44,480人	11,480人	12%	26%
女	84,260人	41,000人	1,213人	1%	3%
計	178,940人	85,480人	12,693人	7%	15%

全般的にみれば、賃金労働者は着実に増加しており、政府も島民の生活水準を高めるために雇用促進には積極的である。職業別就業状況は別表(3-1)のとおりである。

労働者の大部分は未熟練労働者であり、熟練労働者は非常に不足しておる。熟練労働者、専門職員、技術職員は海外から雇用されており、雇用者数の7%は欧州人、中国人、フィジー人その他である。

政府は1969年初めにホニアラ技術専門学校をつくり、技能労働者の育成を行っており、その他短期技術者訓練を行い技能労働者の育成につとめている。

給料及び雇用条件

殆どの労働条件は1週間5日～5日半で労働時間にして45時間となっている。雇用条件の

改善はこれまでも絶えず行われており、雇用者は労務者の住居、用水衛生環境、医療などの便宜を与えることが必要である。特に、労務者の住宅は一定規格が設けられており、定期的な健康診断と治療が義務づけられている。

1975年4月1日からの公務員の給与は別表(4)のとおりで最低A\$1.68/日から最高A\$4.64/日まで熟練度職種に応じ18段階のランクがある。

残業は平日および土曜は1.5倍、日曜・休日の就労賃金は2倍である。

しかし、雇用率が示すとおり非熟練労務者の確保は容易である。

(2) 通貨

ソロモン群島の通貨は英領時代からオーストラリアドルで(75年11月の交換レート)374^円である。同国内の流通量は約600万Aドルである。

ソロモン群島独立に際し、新自国通貨の発行が予定されているが、新通貨発行にあたり、発行システムをつくり法案を上程せねばならず、1976年導入予定がおくれる可能性がある。又、新通貨のレートはオーストラリアドルにフィックスし一定期間はレートを保証することになる。

ソロモン群島には次の3つの商業銀行が進出しておる。

Commonwealth Banking Corporation of Australia

(C. B. C. Bank) 設立1952年

Australia and New Zealand Banking Group Ltd.

(A. N. Z. Bank) 設立1966年

Hongkong and Shanghai Banking Corporation

設立1974年

しかし、預金を期待できる顧客はきわめて限られており、各行とも預金高が小さい。

(3) 財政、租税

ソロモン政府の国家予算は次表のとおり、イギリスからの補助金及び英国開発基金からの借入れにより、なんとかつり合いを保っている。

ソロモン政府の年間収支

単位 A\$

年 \ 項目	ソロモン政府 による歳入	イギリスからの 援助総額	他からの 歳入	歳入合計	歳出合計
1968	3,344,368	3,644,802	217,446	7,206,616	7,711,428
1969	3,912,055	5,209,408	294,297	9,415,760	8,751,593
1970	4,559,770	4,501,230	256,246	9,317,246	9,290,857
1971	5,419,389	4,040,747	191,362	9,651,498	9,971,527
1972	5,411,730	6,815,493	21,290	12,248,513	11,773,768
1973	5,708,309	5,146,687	75,740	10,930,736	11,142,062

Annual Report 1974年

国家運営のためには、安定的な歳入が必要であり経済社会開発のためには歳入の増大が必要である。

歳入の現状は次のとおりで、1974年では直接税（個人所得税、法人税他）が22.7%、間接税が77.3%と発展途上国の典型的パターンを示している。

1974年の歳入のうち、41%が輸入関税に依存し、次いでコブラの輸出税が23%となっており、コブラの輸出税収入は過去20万～50万Aドル程度であったが、74年はコブラ価格の高騰により129万Aドルと増大した。

歳入源の推移

年次 項目	1971		1972		1973		1974	
	1,000 A\$	%	1,000 A\$	%	1,000 A\$	%	1,000 A\$	%
(直接税)								
所得税								
ソロモン島民	59	2	70	2.2	145	4		
その他	271	9	293	9.2	339	9.5	1,250	22.1
法人税	194	6.5	305	9.5	445	12.4		
印紙税	26	0.9	33	1	24	0.7	33	0.6
(間接税)								
コブラ税	536	17.8	173	5.4	278	7.8	1,287	22.8
魚輸出税	-		-		115	3.2	199	3.5
木材税	43	1.4	327	10.3	222	6.2	357	6.3
輸入関税	1,641	54.7	1,772	55.5	1,646	46	2,314	40.9
その他	232	7.7	223	6.9	366	10.2	213	3.8
合計	3,002	100	3,196	100	3,580	100	5,653	100

National Development Plan 1975-1979

国家開発計画では、1980年の歳入の増大は1975年に対して、300万Aドル増を計画しており、雇用の増大、企業の増加により所得税、法人税の増加125万Aドル、輸入の増加、輸出の増大にともなう増収100万Aドル木材税35万Aドル増その他40万Aドルとなっており、林業、コブラ、漁業の他、鉱業（レンネル島ボーキサイト開発等）開発を大いに期待している。

所得税

個人に対する所得税は次のスライド制により決められている。

課税対象額が	600A\$までは1A\$につき	5ℓ (5%)
"	次の1,200 "	" " 10ℓ (10%)
"	" 1,500 "	" " 15ℓ (15%)
"	" 1,500 "	" " 20ℓ (20%)
"	" 1,500 "	" " 25ℓ (25%)
"	" 1,800 "	" " 30ℓ (30%)
"	" 8,100 "	" " 35ℓ (35%)

基礎控除、扶養控除の他諸種の控除制度が認められている。

法人に対しては、課税対象額1A\$について25ℓ(25%)の割合で課税される。

控除としては、減価償却、ココナツ、オイルパーム、ココアの植栽については改良控除、鉱山事業については投資控除、バイオニヤ産業として認められている企業は場合によっては課税を休止することがある。

(4) 産 業

1) 鉱 業

ソロモン政府は開発可能性のある鉱物資源として次のものをあげている。探鉱を行ったものは金、銅、ニッケル、ボーキサイト、礐、マンガンがあり、次表の島に賦存しているが、現在探鉱終了し、フイーシビリテイスタディを行っているものは、ボーキサイト(レンネル、バギナプロセクト)のみである。

品 名	場 所	備 考
金	ガダルカナル 中央部, 西部	1930~1940年代 数100Kg産出
銅	Guadalcanal 西部 Koloula, Mbetilonga	ボーフィリーカッパー 型鉱床
銅	Honesavo	
ニッケル	Santa Isabel	ラテライト鉱
ボーキサイト	Rennell, Vaghena	現在F. R. 作成中
礐 灰 岩	Bellona, Rennell	
マンガン	Santa Isabel 他	

2) 漁業

漁業は島民の食生活に必要なだけ自給自足していたが、1972年日本の企業がソロモン政府と合併でツラギに漁業基地を設置し、カツオ漁を行っている。

合併会社は1972年11月設立、1973年8月稼働開始、基地ツラギには港湾、冷蔵倉、缶詰工場、荒ぶし工場、修理工場等があり、電力は政府所有ツラギ発電所から供給をうけ操業中で、最近(1975年)ムンダ地区に新基地を建設中である。政府発表漁獲量は次のとおり。

Skipjack Tuna Fishing-Catch Performance

	1971	1972	1973	1974	Total
Total catch(tons)	5,328	7,263	5,314	10,940	28,845
Catcher-boat Months(CBM)	34	158	80	93	363
Tons per(CBM)	157	46	66	118	79

Skipjack Tuna Fishing-Use of Catch

Use				
	tons	\$1,000s	tons	\$1,000s
Export				
Frozen	4,874	1,518	8,396	2,770
Canned	—	—	1,786	778
Smoked			365	
total	4,874	1,518	10,467	3,548
Local Consumption				
Frozen	83	36	186	94
Canned	200	126	107	115
total	283	162	393	209

漁業は現在ソロモン群島輸出第3位の主要産業である。

Canned Fishは西欧向けが多く、荒ぶしは日本向冷凍魚は西サモア、日本に輸出されている。

3) 林業

ソロモン群島の約95% 2,755,000haが森林で占められている。このうち、商業的に開発が可能であると思われる森林面積は約250,000ha 材積1600万CMといわれ、ほとんどが

低地熱帯降雨林で森林の構成は殆どが広葉樹林で極く少量の針葉樹林が存在する。

現在伐採は西部地域で行われているが、良港に乏しく、又、道路らしき道もない為、開発は進んでいない。現在開発している4社は各れも外資系でLever Pacific社、Kalena Timber社、Allardice Timber社、Fox Wood社で、木材の98%は日本向輸出、木材の輸出量はコブラに次ぐ第2位であり、ソロモン群島の重要な産業である。なお、日本商社がInternational Timber社を経由し、Kalena Timber社及びSolomon Moter社に資本参加している。

木材の生産と輸出量は次のとおり。

単位 1,000 CM

年次	丸太輸出	製材輸出	丸太生産	製材輸入	製材消費
1972	238.1	4.7	249.8	0.8	5.5
1973	254.0	4.4	263.6	0.5	4.8
1974	211.1	5.1	223.8	-	-

1980年までの長期計画では年間生産高を40万CMに拡大する。この中10万CMは国内加工(製材)を計画しており、1980年までに雇員を1,750人に拡大する。

伐採後は人工造林(植林)年間5,000ヘクタールを実施する計画である。このため委員会が設立され、ソロモン政府は森林資源開発に積極的に取り組んでいる。

4) 農 業

前述の漁業、林業と農業のうち、特にコブラがソロモン経済をささえている。コブラは、全国民が参加できる国家経済の接点として重要な産業である。コブラは各部落の部落民が適宜椰子の実をとり、集荷所に集め、ココナツをはがし乾燥、輸出業者に渡す。コブラはプランテーションとして大規模経営の他に、小規模な部落経営を可能にさせている。ソロモンのように急激な産業化が不可能な国にとって最も重要な基幹産業といえる。

コブラの生産高は次のとおり。

単位トン

年	小規模	プランテーション	合計
1972年	1,178.3 トン	9,040 トン	20,823 トン
1973 #	8,963 #	6,869 #	15,832 #
1974 #	17,804 #	10,294 #	28,098 #

※ 1974年はコブラ価格が高騰し、貿易収支の改善に役立った。

この外、政府は農業、牧牛のプランテーションに融資を行い、農業開発につとめている。

ココアの生産量は、

単位：トン

年次	生産量
1972年	62.9
1973年	183.5
1974年	103.9

牧牛

年次	牧牛頭数
1970年	11,320頭
1972年	15,798 #
1974年	21,048 #

米：米のプランテーションはホニアラ郊外でGuadal canal Plains が年間15,000Tを目標に開発実施中である。

パーム油：ホニアラ郊外でSolomon Is. Plantation社が開発中である。

5) その他産業

ソロモン群島には加工業、製造業はほとんどなく、煙草会社、ビスケット工場、清涼飲料水工場、他に籐や木工の家具を作る加工業が小規模に行われているくらいである。国内の市場が非常に小さいので、国内消費を目的に大規模工場設置のメリットはほとんど存在しない。

3-5 貿易

ソロモン群島の貿易は、前章産業の項で述べた通り主要産業がコブラ、林業、漁業であり、輸出はこれ等の一次産品が主体で、輸入は生活資材が主要部分を占めている。

貿易収支は毎年200～300万A\$の赤字基調であったが、1972年に漁業開発が進み、水産加工品輸出を開始、貿易収支の改善に貢献した。更に、1974年はコブラ価格の高騰により始めて黒字を記録した。

貿易収支表

単位 1,000A\$

	1969	1970	1971	1972	1973	1974
輸出						
Domestic	6,307	6,945	8,847	8,552	8,827	17,686
Re-Exports	169	170	228	584	726	564
Total	6,476	7,115	9,075	9,136	9,553	18,253
輸入	8,544	10,020	11,520	12,053	11,256	16,925
収支	△2,068	△2,905	△2,445	△2,917	△1,703	1,327

輸出： 輸出はコブラ、木材、水産加工品に依存しており、この3品目で全体の96%を占めている。

コブラの輸出は大部分がECを始めとする欧州諸国向、日本も若干買付けている。

木材は98%が日本向けで、ベニヤ材として使用されている。

水産加工品は、缶詰はほとんどEC諸国へ日本へは荒ぶし他、冷凍漁は西サモアへ輸出している。

輸出は日本向けがトップで、1970-1973年は全体の55%は日本向け、EC向け30%である。1974年は日本向け28%である。

輸入： 輸入は各種の製造品、加工品、食品全般に亘っており、食品、原材料（工業製産品）輸送機械他機械類がそれぞれ20%で、次に燃料、その他工業品の順である。

輸入相手国はオーストラリアがトップで45%、次が英国15%、日本12%この三ヶ国で70%を占めている。

輸出入の状況は別表の通りである。

(a) EXPORTS: PRINCIPAL DESTINATIONS 1969 - 1974 (\$'000)

Country	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Australia	858	1,091	1,133	567	679	618
Papua New Guinea	122	58	69	268	197	98
United Kingdom	2,788	151	445	191	273	2,198
Japan	2,539	3,705	5,157	5,400	5,106	5,091
American Samoa	-	-	-	1,509	1,207	911
Western Europe	57	2,006	2,003	994	1,751	4,035
of which:						
Western Germany	22	574	650	223	685	999
Netherlands	12	674	1,076	424	28	2,259
Other	112	104	268	207	340	2,044
TOTAL	6,476	7,115	9,075	9,136	9,553	18,253

(b) EXPORTS: PRINCIPAL DESTINATIONS 1969 - 1973 (Percentage of total export)

Country	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Australia	13.2	15.3	12.5	6.2	7.1	3.4
Papua New Guinea	1.9	0.8	0.8	2.9	2.1	0.5
United Kingdom	43.1	2.1	4.9	2.1	2.8	12.0
Japan	39.2	52.1	56.8	59.1	53.4	27.9
American Samoa	-	-	-	16.5	12.6	5.0
Western Europe	0.9	28.2	22.1	10.9	18.3	22.1
of which:						
West Germany	0.3	8.1	7.2	2.4	7.2	5.5
Netherlands	0.2	9.5	11.8	4.6	0.3	12.4
Other	1.7	1.5	2.9	2.3	3.7	11.2
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(a) IMPORTS: PRINCIPAL SOURCES, 1969 - 1974 (A'000)

Country	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Australia	3,789	4,462	4,792	5,097	5,093	7,249
United Kingdom	1,601	1,585	2,115	1,772	1,441	1,255
Japan	499	709	1,254	1,544	1,344	2,053
New Zealand	222	305	429	474	432	660
Hong Kong	336	402	373	371	330	655
Singapore	342	298	302	526	782	1,570
China	220	233	241	263	245	512
USA	538	967	795	740	445	506
Western Europe	418	299	297	368	364	641
Other Countries	461	642	790	743	618	2,209
TOTAL	8,426	9,902	11,388	11,898	11,094	16,733
Parcel Post (All Countries)	118	118	132	155	162	193
Grand Total	8,544	10,020	11,520	12,053	11,256	16,926

(b) IMPORTS: PRINCIPAL SOURCES 1969 - 1974 (Percentage of total imports)

Country	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Australia	44.3	44.5	41.6	42.3	45.3	42.8
United Kingdom	18.8	15.8	18.8	14.7	12.8	7.4
Japan	5.8	7.1	10.9	12.8	11.9	12.1
New Zealand	2.6	3.0	3.7	3.9	3.8	3.9
Hong Kong	3.9	4.0	3.2	3.1	2.9	2.9
Singapore	4.0	3.0	2.6	4.4	7.0	9.3
China	2.6	2.3	2.1	2.2	2.2	3.0
USA	6.3	9.7	6.9	6.1	4.0	3.0
Western Europe	4.9	3.0	2.6	3.0	3.2	0.4
Other Countries	5.4	6.4	6.8	6.2	5.5	13.1
Total	98.6	98.8	98.8	98.7	98.6	98.9
Parcel Post (All countries)	1.4	1.2	1.2	1.3	1.4	1.1
Grand Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(a) PRINCIPAL EXPORTS BY VALUE 1969-1974 (\$A'000)

Commodity	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Domestic Exports:						
Copra	3,471	3,633	3,825	1,825	2,813	9,013
Timber	2,275	2,771	3,283	2,708	3,801	4,283
Fish	--	--	1,238	3,629	1,612	3,736
Other	361	541	501	390	601	657
Total	6,307	6,945	8,847	8,552	8,827	17,689
Re-exports	169	170	228	584	726	564
Grand Total	6,476	7,115	9,075	9,135	9,553	18,253

(b) PRINCIPAL EXPORTS - PERCENTAGE OF TOTAL VALUE OF EXPORTS

Commodity	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Domestic Exports:						
Copra	53.6	51.1	42.1	20.1	29.4	49.4
Timber	38.2	28.9	36.2	29.6	39.8	23.5
Fish	--	--	13.6	39.7	16.9	20.5
Other	5.6	7.6	5.4	4.3	6.3	3.6
Total	97.4	97.6	97.5	93.6	92.4	97.0
Re-exports	2.6	2.4	2.5	6.4	7.6	3.0
Grand Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(c) COPRA, FISH, TIMBER EXPORTS BY QUANTITY

Commodity	Unit of quantity	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Copra	tons	23,460	21,050	26,192	20,580	15,188	21,487
Fish	tons	--	--	4,099	11,981	5,063	9,216
Timber	'000 cu.ft.	7,335	7,738	9,099	8,367	8,549	7,798

日本の対ソロモン輸入 1974年

品名	数量	金額 1,000円
かつお	121,876Kg	18,200千円
きわだまぐろ	14,091#	2,309
かじき	773#	104
さめ	4,068#	550
(漁合計)	(140,808#)	(21,163#)
かつお缶詰	9,525Kg	5,663
かつお節	31,900	21,063
(かつお製品合計)	(41,425)	(26,726)
丸太	238,552CM	3,587,271
貝殻類	189,900Kg	68,493
軽油	62KL	855
潤滑油		172
家具		143
その他		225
合計		3,705,048千円

日本貿易統計

3-6 通信, 放送

通信関係の開発はおくれており、電話が使用できる地区は、ホニアラ、アウキ、ギンだけである。その他の地区は首都ホニアラと無線による通信連絡がとれるようになっている。然し、これも1回線のみで全部の通信を満足できるものではない。

国際通信もシドニーとフィジー間にそれぞれ1回線があるのみでシドニー、フィジーを経由で行われている。

放送は毎日約10時間、1週57時間海外ニュース、英語及びビジョンイングリッシュによるローカルニュース、学校向放送、音楽放送を行い、政府連絡事項その他もニュースで流している。

又、広告放送（有料放送）によりニュースの中に民間の連絡事項を放送することもできる。通信は全般的に初歩的なものである。

3-7 交通

ソロモン群島は数多い島から構成されていることもあり、各島間の交通は船舶又は軽飛行機により連絡されて各島の陸地交通も発達していない。

又、住民も各島の沿岸地区に住み水上輸送（カヌー）が安価で部落間の交通も船の方が簡単のためでもある。しかし、文化が発展し連絡、交流が必要となるに従い道路距離も伸びつつある。

最も発達しているガダルカナル島でもホニアラを中心に西に65 Km東に50 Km程度である。又、マライタ島のアウキから北へ120 Kmの道路があり、その他の島では距離はごくわずかで道路と云えるものは少ない。

ソロモン群島島間の連絡はThe Solomon Islands Airline (Solair)がホニアラを中心に3台の小型機で西部地区はYandina, Sege, Munda, Ringecove, Giso, Balakoma, Mono, Balae, 経由CH Bayに至る定期便。

Malaita及び東部地区はAuki, Parasi, Kira-Kira経由S. Cruzへ。中部地区はHoniara-Bellona経由Rennellへ、Honiara-Munda経由Kieta, それぞれ交通量に応じ週1回及至5回程度の航空便がある。

従って、自動車も首都ホニアラでは最近急激に車数増加しつつあるが、他の島では未発達で空港から主要部落を結ぶのみで内陸部へは殆ど通行不能の状態である。

1974年の総自動車登録台数は1,811台である。

Goods etc	483台
Motor Cars	936 "
Motor Cycles	268 "
Public Service Vehicles	124 "
total	1,811台

3-8 公共事業

電力：ソロモン群島の電力供給はS. I. Electricity Authorityによりなされている。1969年にElectricity Authorityがホニアラに発電所を建設以来1974年現在ホニアラ、アウキ、ギソ、キラキラ、ツラギに発電所があり、都市及び周辺の供給を行っており、出力、年間消費量は次のとおりである。

1974年

地 区	総出力 KW	発電量 MWH	利用者数 件
ホニアラ	3,000	9,409	2,105
アウキ	320	559	254
ギソ	380	481	228
キラキラ	84	93	109
ツラギ	750	1,456	※ 1

S. I. Annual Report 1974

※ ツラギの1は大洋Solomon.

給水： 一般的にソロモン群島においては雨量が多いので、飲料用水についての心配はないといえる。

水道施設による供給はホニアラ、アウキ、マルウ、ギソ、ムンダ、ドド・クリーク、キラキラ、サンタクルス、ツラギで実施されており、政府はパイプ施設を造り用水を供給するよう指導している。

公共施設： 公共事業はPublic Works Department の手で行われている。最近3年の公共投資状況は次のとおりで、公共建物（郵便局、学校他）、道路、住宅建設に力を入れている。

単位 1,000A\$

項 目	1972年	1973年	1974年
住 宅	477.	223.	193.
公 共 用 建 物	348.	452.	333.
道 路 及 橋	448.	330.	334.
飛 行 場	70.	16.	2.
港 湾	5.	35.	15.
給 水 設 備	74.	89.	47.
下 水 設 備	126.	59.	95.
電 力 設 備		6.	3.
そ の 他	722.	205.	67.
合 計	2,270.	1,415.	1,089.

3-9 レンネル島の概況

(1) 位置, 地勢, 気候

レンネル島はソロモン群島セントラル、デストリクトに属し、ガダルカナル島の南方約180 Km, 南緯11°40' 東経160°20' に位置し、北西-南東方向に約80 Km, 巾約10 Kmの隆起珊瑚礁で、島の東半分は半淡水湖で占められ、陸地は熱帯雨林で覆われている河川は全くない。

島の周囲は100 m以上の断崖をなし、内陸部はゆるやかな盆地状地形を呈している。

レンネル島は、ソロモン群島の大多数の島々と同様に、四季の変化に乏しい。高温、多湿の気候で昼間の気温は年間を通じて30℃を超え、雨期・乾期の別も判然とせず、年間3,000~4,000 mmの降雨量がある。

(2) 民族, 人口

レンネル島はソロモン群島の殆どがメラネシア圏であるのに反し、隣のペロナと共にポリネシア人である。日常会話はポリネシア語であるが、ピヂンイングリッシュ(Pidgin English)または英語も話することができる。

島の人口は約1,300人と云われ、島の中央カンガバ湾を境に西部地区に約800人東部地区パークサイトに約500人が島の内陸部に点在する水のある洞くつ周辺に部落を作ってタロー、ヤマ、サツマイモなどの芋類と椰子の実パイヤの実を主食とし、又海岸地区では魚を捕って自給自足の生活を営んでいる。

(3) 交通, 通信

従来、レンネル島へはガダルカナル島のホニアラから2ヶ月に1往復程度政府不定期船便があるだけであったが、同島でパークサイトの探鉱を始めた1970年に西部チンゴア地区に軽飛行機用滑走路を建設以来交流が盛んになり、現在週1往復の航空便と1~2ヶ月に1往復の政府小型船便がある。島内道路はパークサイト探鉱のため建設した道路を除き、部落間に通じる歩行道路のみである。

通信手段としては、上記航空便、船便に託送するほか、無線機により、ホニアラ・ラジオ局を通じて電話に直結することができる。ただし、ソロモン全体で1回線しかなく、実際の通話は極めて困難である。

(4) 資源

レンネル島のパークサイトは1965年から1968年の間に国連が実施したが空中放射能調査の異常帯に対する現地調査の結果発見され、その後、金属鉱業事業団の地質構造調査の結

果、確認されソロモン政府の発表では23,000万トンが埋蔵されている。

この外、森林資源は港湾道路がない為、未だ開発されていないが、ソロモン政府の調査で13,000ヘクタール300,000^{CM}の森林資源が確認されている。

(5) アルミナ開発時の予想人口

建設時は相当の建設人員が必要であるが、建設終了後、操業開始後のアルミナ工場操業要員は次のとおり、日本人、現地人を併せ1,000人程度である。

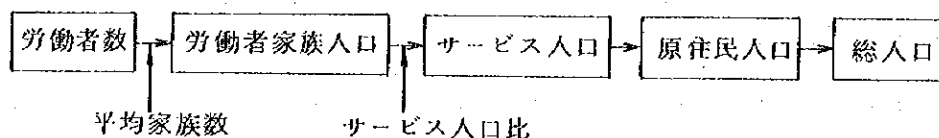
年次別操業要員見込

年	1	2	3	4	5
日本人	239人	239人	227人	199人	179人
現地人	804人	815人	837人	860人	872人
合計	1,043人	1,054人	1,064人	1,059人	1,051人

レンネル開発予想

アルミナ開発にともなう港湾、道路が建設された場合、同島の森林資源の開発が進められることが予想され、森林開発に必要な要員はソロモン群島西部地域で開発されている現状から、約200人の従業者が見込まれ、20人程度の管理職、技術職の他は現地人労務者が必要である。

又、これ等の企業が操業を行う場合、レンネル島の行政、治安、医療、教育、商業やその他諸サービス施設従業者が必要で、鉱山、森林労働者1人当たり2人～3人といわれている。



労働者の平均家族数はソロモン群島では資料なきため、明確でないが1世帯5人が普通であり、労働者のうち30%が単身で他が家族を持つとすると、

労働者数	1,250人	1,250人
労働者家族人口	1,250人×0.7×5人	4,375人
サービス人口	1,250人×2人	2,500人
原住民人口	1,300人-150人×5人	550人
総計		8,675人

上述のとおり、アルミナ開発操業時の人口は約8,675人が見込まれる。

● 第4章 港湾計画の背景と概要

● 第4章 港湾計画の背景と概要

4-1 港湾計画の背景

ソロモン諸島レンネル島に賦存するボーキサイトを採掘し、同島でアルミナ加工する場合、その開発を含むレンネル島全体の開発を考えると、その門戸となるべき港としてその建設位置をアルミナ加工工場建設予定位置に最短距離にあるカンカバ湾のラバングサイト附近に求めることは当然である。

レンネル島の現状は後述のとおり、現在港と称されるものはなく全く未開の土地であり、こゝに工業立地を考える場合当然アルミナ開発計画の目的にそつた港湾施設の新設を計らねばならない。

なお本港湾施設は「レンネル島アルミナ開発」に伴なつて発生する海送貨物即ちアルミナ製品の積出し、副原料、燃料その他生活物資等の輸送、および旅客また本港が建設されることによつて今後開発可能となる同島の農林水産物の輸送等それ等諸々に波及して本島及びその周辺の開発を期待して計画されるものである。

以上から本港湾施設の規模は、レンネルアルミナ開発の規模に大きく左右されるものである。

4-2 他港湾の現状とレンネル島の諸元

(i) ソロモン諸島の既設港湾と取扱貨物

ソロモン諸島には現在Honiara, Gizo, Yandinaの3つの主要港がある。このうちHoniaraとGizoの両港が港湾管理委員会の管轄下にある。以下各港の概要について記すとつぎのとおりである。

a) Honiara (南緯9°26', 東経159°58')

大型繫船岸は、水深28フィート、長さ235フィートで、その他小型船の繫船岸として、水深11フィート、長さ430フィートのバースがある。

取扱貨物量について1972～74の3年間についてみるとつぎのとおりである。

表-4.1 (a)

輸 入		ton		
	1972	1973	1974	
バラ荷, 燃料ガス, 家畜	13,109	15,621	16,274	
その他	41,352	37,262	36,982	
計	54,461	52,883	53,256	

輸 出	(b)			ton
	1972	1973	1974	
コ プ ラ	8,993	4,731	9,007	
そ の 他	2,745	3,275	3,144	
計	11,738	8,006	12,418	

輸出入量計	(c)			ton
	1972	1973	1974	
計	66,199	60,889	65,674	

大規模なコブラの委託貨物は殆んど Honiara から輸出されている。

b) Gizo (南緯 8°5', 東経 156°52')

水深9フィートの突堤式棧橋と、水深288フィートの遮蔽された泊地の2ヶ所を有している。

Gizo は西部ソロモン地区のコブラ、ココアの集積センターの役目をはたし、つぎのように取扱い貨物量も殆どがコブラの移出である。

移 入	表-4.2 (a)			ton
	1972	1973	1974	
移入貨物	5,265	3,529	3,376	

移 出	(b)			ton
	1972	1973	1974	
コ プ ラ	6,754	3,865	9,807	
そ の 他	110	702	101	
計	6,864	4,567	9,908	

移出入計	(c)			ton
	1972	1973	1974	
計	12,129	8,096	13,284	

またソロモン諸島全域の輸出入貨物について1972~1974の3年間におけるその内訳を示すと表-4.3のとおりである。

表-4.3

輸 入 額 (1,000A\$)		輸 出 額 (1,000A\$)	
品 名	金 額	品 名	金 額
魚(罐詰等)	649.6	魚	8,976.2
食料油	296.3	コブラ	13,650.9
米	1,600.3	米	23.5
食用肉	1,506.7	木材	10,791.1
砂糖	936.0	船, ボート	20.0
燃料油	3,949.4	タバコ	再輸出122.9
セメント	346.7	その他	3,407.9
木材及木材製品	510.1		
船及ボート	510.9		
ビール, 蒸留酒, タバコ	1,094.9		
その他	2,675.5		
計	40,297.8	計	36,992.5

ソロモン諸島の主要産業はコブラに代表される農業と熱帯雨林による林業であり、コブラ、木材の輸出が輸出総額の90%以上を占めている。特に木材の輸出の伸びは著しく1970年には全体の40%(1967年は22%)に達している。

(2) レンネル島の諸元

a) 人口, 集落

レンネル島の人口は、正確には把握されていないが現在約1,300人程度とみなされる。居住地の形態は東部、西部併わせて約20ヶ所の集落で1ヶ所5~30戸であり、教会を中心とした円形集落を形成している。なお人口は僅かながら増加傾向にあり、男女比率は大体1:1である。

b) 経済, 産業

ボーキサイト調査のため関係者が入島して以来、労務の提供による現金収入が発生し、島民の経済および生活状況が急速に変化しつつある。島民1人当りの平均現金収入は現在20A\$/年程度とみられる。従来の現金収入源はレンネルバック・カービングおよびココナツ・コブラの共同出荷によるものが最大であった。また現在、現金収入を希望してホニアラへの出稼ぎが多い。

つぎに農業としては焼畑農耕でタロイモ・ヤマイモ・が主で米作は全くない。その他ヤリ・モリ・漁網等を使用する原始的な漁業がある。

c) 交通

前述の企業がチンゴアに飛行場を建設後、週1便(8人乗)の航空機便がある。ホニアラ→ペロナ→チンゴアの往復を行なっており、ホニアラ、チンゴアの料金片道32A\$にもかかわらず殆んど満席である。

レンネル・ホニアラ間は約1時間30分を要する。

また海上交通としては政府の船(150~200トン)が約2ヶ月に1回の不定期便として就航しているが港湾施設がないため沖泊しボート、カヌーにより沖積している。ホニアラ→レンネル島ルグギ→レンネル島ラバング→ホニアラのコースをとり、レンネル・ホニアラ間の料金10A\$一昼夜の航海であり、旅客及生活物資の輸送にあたっている。

ホニアラとの交通機関ができて、ホニアラへの出稼ぎが可能となりホニアラにレンネル出身者の集落が出来た。

このことから、ホニアラの経済圏に入っていると云えよう。

なおペロナ島にはカヌーによる交流がある。

島内の部落間の移動は多く徒歩か、また1974年より政府のトラクターが運行し、それを利用している。

d) 住居

核家族主義で結婚すると新居を作る。家屋は柱は木材(角材はホニアラから買入)で高床式であり、屋根は波形鉄板葺もあるが殆んどはパンダナスの葉で葺いている。壁も同様にパンダナスを利用している。

e) 教育、医療

学校は島内にパブリックの小学校3校があり、4年間の義務教育を行なっており7才程度になると全員寄宿舎生活をする。医者(現地人)は島内に2人(東部、西部各々1人)いて診療を行なっている。島内では以前マラリアがひどかったが現在は殆んどないと云われている。

4-3 取扱い貨物量の調査と対象船舶

a) アルミナ工場関係

レンネル島、アルミナ開発に伴う、港湾取扱い貨物の大要をつぎにのべる。本島におけるアルミナの製産規模は年間600,000 ton程度で全量輸出される。年間の取扱い貨物と対象船舶をしめすと表-4.4のとおり見込まれる。

表-4.4

取扱い貨物	年間取扱量 ton	対象船形 PWT	年間入港隻数
アルミナ	600,000	30,000	22
リン酸カルシウム	80,000	10,000	9
石炭	250,000	10,000~15,000 平均 10,000	28
苛性ソーダ	60,000	3,000t/回 アルミナ船利用	—
重油	70,000	15,000	} 6
軽油, ガソリン	3,000	15,000	
雑貨	25,000	5,000 以下	24 (2隻/月)
計	1,088,000		89

上表中、入港隻数は積載率を0.9として求めたものである。

一般に港湾計画を行なう場合の対象港湾の取扱い貨物量の推定は、過去の取扱貨物の変化を使って時系列による推計、経済指標との相関による推計、原単位による推計等種々の方法が採られる。当地区のような背後圏が限られている小規模な港あるいは工業港では港湾を利用する工場の生産計画に対応した貨物量の見とおしを調査するのが有効である。

なお、レンネル島にアルミナ工場が立地し、生産段階に入ると、その工場関係従業者は前述のとおり約1,250人、その他労働者家族、サービス人口、原住民等を加えると総人口約8,700人とみなされる。

このための生活関連の物資（食糧品、日用雑貨）は総て海送により移入しなければならない。

b) その他

レンネル島にはアルミナ以外で開発されるべき産業として、ココナツの生産と漁業、ならびに木材の開発が挙げられる。

ココナツの生産は現在少ないが、従来は現金収入の最大のものであった。また魚業については、現在ホニアラ等で集積されているがその中継基地あるいは漁船の避難港としての利用の可能性が大きいとみられる。

また木材についてもソロモン政府の調査によると13,000ヘクタールに300,000m³の木材資源があり、道路、港湾の整備によって今後開発されるべきものである。但し、本島の木材は材質的に角材、板材等に利用出来るものは少なく、ベニヤ板等の原料としての利用価値の検討を行なう必要がある。

以上から、アルミナ工場関係以外の取扱い貨物量としては木材が最も期待されるものであり、

その他コロナツ、旅客、車輛の輸送需要が増大するものと予想される。

これ等を定量的に現在の段階で想定することは困難だが差当り、予想されるものとして次のように考える。

i) 旅客、車輛、生活物資輸送

旅客、乗用車、トラックの運搬と日常生活物資運搬用としてフェリーボート3000トン(8.0t積トラックにして20台積)の週1~2回程度の運行を計画する。これはホニアラ、レンネルの定期便とする。

ii) 木材運搬船

2000DWTの木材船の就航を月1回年間12隻とする。

これは、300,000トンの木材資源を開発することで年間20,000トンの輸出を計画する。

c) 対象船型およびバースの標準寸法

以上考慮した対象船舶の標準船型およびバースの標準寸法をしめすと次表のとおりである。

表-4.5

種類 トン数	長さ m	幅 m	深さ m	満載吃水 m	バースの長さ m	バースの水深 m
30,000 DT アルミナ船	187.0	26.6	14.4	10.3	230	11.5
10,000 DT リンカル 石炭	140.0	18.5	10.5	7.9	165	9.0
15,000 DT 石炭	163.0	20.7	12.0	9.0	185	10.0
15,000 DT タンカー	163.0	20.0	11.2	8.8	185	9.5
5,000 DT 貨物船(雑貨)	111.0	14.8	8.2	6.6	130	7.5
2,000 DT // (木材)	75.0	10.8	5.7	4.9	90	5.5
300 GT フェリーボート (旅客, 雑貨, 車輛)	42.0	10.0	—	3.0	60	4.0
漁船 150~200 GT	36.5	7.0	3.7	3.5	45	4.0

● 第 5 章 港湾計画調査概要

●第5章 港湾計画調査概要

5-1 既往資料による自然条件の概要

港湾施設の計画に必要な自然条件は地形・地質・水深・潮汐・潮流・波浪・漂砂・気象等のデータが必要で、地形・地質・水深を除く自然条件は長期間の観測データを得る必要がある。

気象・海象等の資料は当地区の場合、信頼の出来るデータとしては殆んど無い等しいと云っても過言でない。

したがって今回、後述の各種計器による調査を計画した。

以下、既往資料による当地区の自然条件について概要を述べる。

なお、地形・地質等は後述するものとし主として気象関係の概略について述べることにする。

(1) 気 温

平均気温	27℃
日平均最高	32℃
日平均最低	23℃
最高気温	36℃
最低気温	17℃

(2) 降雨量，降雨日数

表-5.1

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
月降雨量%	373	282	492	269	332	162	266	158	145	270	219	286	3254
日最大雨量%	118	84	118	60	76	140	48	73	40	150	78	82	
5%以上の降雨日数	11	13	18	12	16	11	10	8	8	10	9	11	137

(3) 風向，風速

a) 現地観測資料による風向風速

当地区の風は4月の終りから11月までは、SEの貿易風が殆んど絶えず吹く快適なシーズンであり、特に東海岸は海からの涼風を受けて涼しやすい。一方12月から4月にかけては北西季節風の吹くやゝ不安定な気候で台風シーズンでもある。

レンネル島で観測された風向，風速資料を入手したがこれは1日の内6時，9時，12時，15時，18時の5回の観測結果で現地人に委託して調査されたものであり，観測方法等から，また特に風速について信頼度の薄いものとみなされる。

測定結果は風向，風速図として附図にしめす。

b) 海上風

カンガバ湾の風波の推定に必要な海上風について、その一般的な状況を知るために英国海軍の調査資料によるfig-5.1のWind Roses から考察してみる。

一般的には前述のとおり4月の終りから11月までSEの貿易風が絶えず吹き、また12月から4月にかけてはNWの季節風の吹くやゝ不安定な気候であるとされている。図-5.1によるレンネル島周辺のWind Roses によってもそのことが良く表われている。Wind Roses の矢羽根と型状と長さで風向、風力、発生頻度が表わされている。また円内の数字は上段が観測回数を、中段が風向不定のパーセンテージを下段が無風時のパーセンテージを表わしている。

風力を、地上10mにおける相当風速に、またこれに相当する海上の参考波高とに關係ずけて示すと次のとおりである。

表-5.2

風力階級	1~3	4	5~6	7	8~12
	<				
地上10mにおける相当風速	0.3~5.4	5.5~7.9	8.0~13.8	13.9 ~17.1	17.2 ~32.7 m/sec
参考波高	(0.1~0.6) (0.1~1.0)	(1.0) (1.5)	(2.0~3.0) (2.5~4.0)	(4.0) (5.5)	(5.5~14m) (7.5~16以上)max

風速についてみると、港湾施設に影響を与える8~10 m/sec以上の強風の発生頻度の多いのは5~11月で特に5月はS~ESEで15~60%、6月で同様10~30%と大きい。その他の月は3~20%程度である。なおカンガバ湾の位置、形状ならびにバース建設位置からみて、沖波の進行方向で最も不利なのはSSE~WSWである。この風の頻度をみると全年を通じ約19.7%であり前述の強風のみでの発生頻度をとると4.9%である。

(4) 台風

当地区の台風シーズンは前述のとおり12月から4月とされている。台風資料についてはオーストリアン、ガバメント、パブリッシングサービスの資料がある。これから当地区を含むオーストラリア北東地帯の台風について、その経路、観測された日時、中心示度について纏めてしめたのが図-5.2である。図中の数字は最初の2桁が中心示度で00は1,000ミリバールを70とあるは970ミリバールを示す。次の2桁目は日、次の2桁目が時刻をしめしてある。

この資料による1971年12月から1972年5月までの台風シーズンについて11個の台風の発生があるが、このうちレンネル島に何等かの影響を与えたであろうと思われるものは5個である。

またカンガバ湾に不利な風波を起こさせたと思われるのは2個である(CARLOTTA, IDA)。当地区の台風は一般にサンゴ海ないし、ソロモン海域で発生し、ニューヘブリディズからフィジ

Fig - 5.1(a) Wind Roses in the Solomon Island (Jan ~ June)

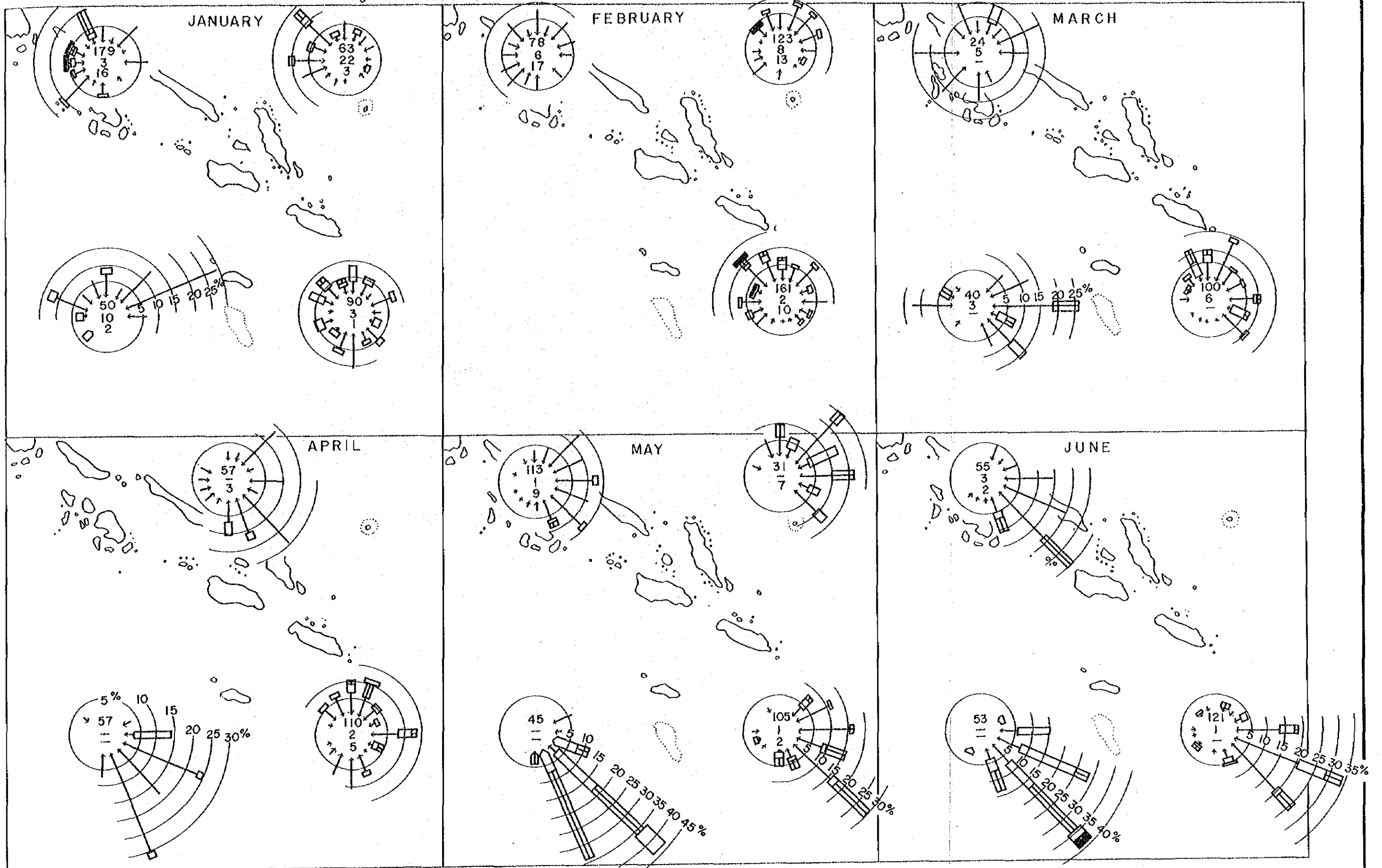
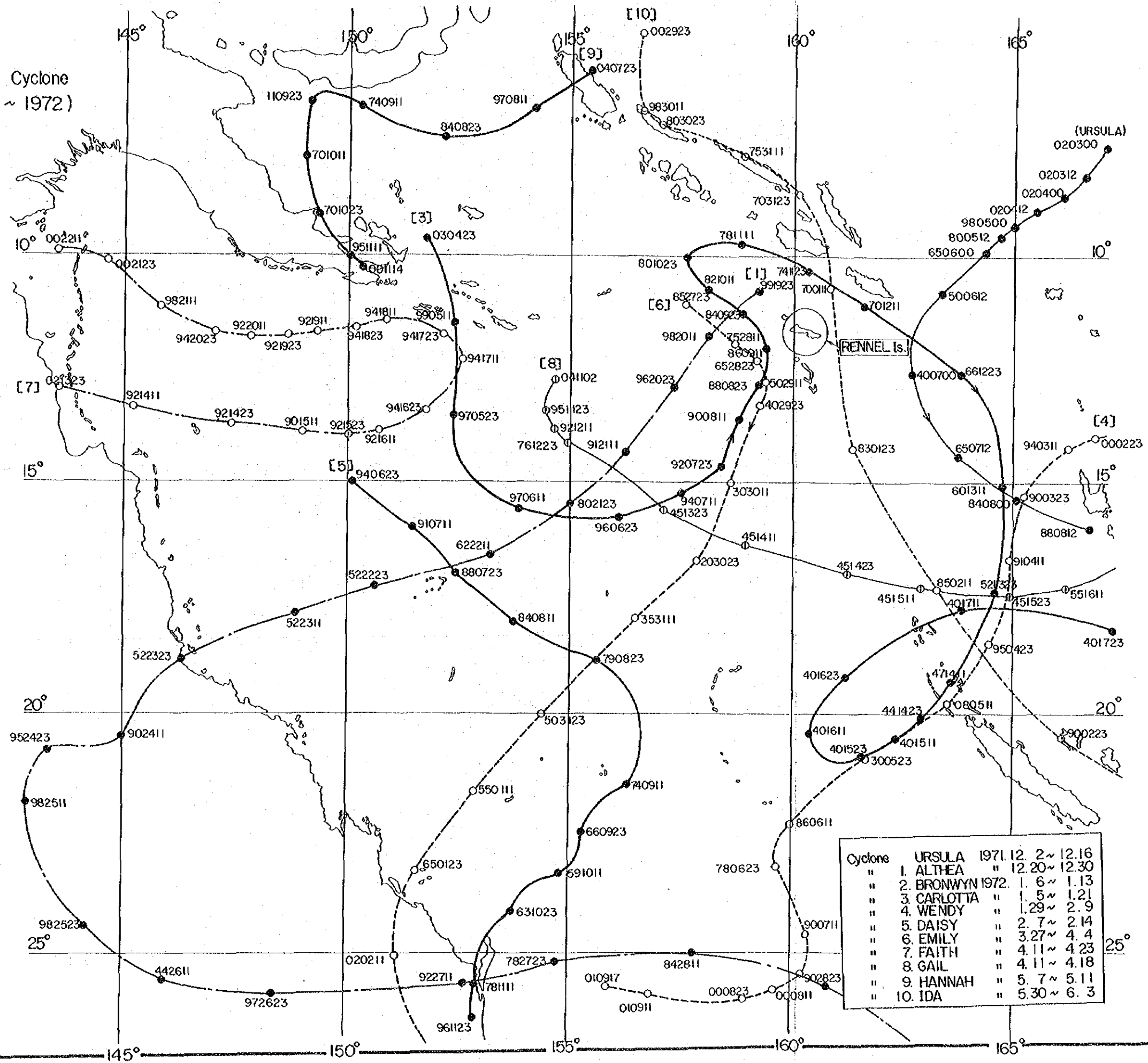


Fig. - 5.2 Track of Cyclone
(1971. 12 ~ 1972)



Cyclone	URSULA	1971. 12. 2 ~ 12.16
"	1. ALTHEA	" 12. 20 ~ 12.30
"	2. BRONWYN	1972. 1. 6 ~ 1.13
"	3. CARLOTTA	" 1. 5 ~ 1.21
"	4. WENDY	" 1. 29 ~ 2. 9
"	5. DAISY	" 2. 7 ~ 2.14
"	6. EMILY	" 3. 27 ~ 4. 4
"	7. FAITH	" 4. 11 ~ 4.23
"	8. GAIL	" 4. 11 ~ 4.18
"	9. HANNAH	" 5. 7 ~ 5.11
"	10. IDA	" 5. 30 ~ 6. 3

一方へ通り抜けるコースを通るものが多い。

カンガバ湾に風波の影響を大きく与えるのは、南半球の台風の特徴から湾の東側を通るもので、しかも北上した場合となるが既往のものは北上したものはない。逆に西側を通るもので北上したもの (CARLOTTA) がある。一般に当地域は台風の発生域に近く未だ十分発達しきれないものが多いが中心示度についてみると CARLOTTA (940mb), EMILY (925mb), IDA (970mb) で小さなものとばかりは云い切れない。

台風のスPEEDは西側を通るものが4~10Km/hor (1.0~3.0 m/sec) 東側を通るものが25~30Km/hor (6.9~8.3 m/sec) と東側を通るものが一般に速度が大きい。このことは、カンガバ湾に不利な南西風の風速を弱めることになる。

本資料によるレンネル島に最も影響を与えたと思われるIDAは1972年5月30日~6月1日にかけてチョイスル島東岸からガタルカナル島東岸をかすめて、レンネル島の東端約40Kmの海上を南下したものであり、チョイスル島附近での風力は11 (風速28.5~32.6 m/sec) 中心示度980mb, ガタルカナル島附近ではそれが970mbとなっている。

Kaukauの風速は25~30 m/sec, 瞬間風速で41.6 m/sec が記録されている。

つぎに波高はMbuma およびRereの報告によると約3m, Honiaraで約1mとされている。これから当地域の台風の特徴は、速度4~30Km/honと一般的に遅いこと、コースが一定していないことの特徴が挙げられる。

又、前述の英国海軍の資料によると1,2,3月が最も発生確率が高く、また位置からみてもレンネル島に影響を与えることも大きい。4,5,6月は当地域の西側 (オーストラリア東岸) を通るものが多く当地域に影響を与えることは少ない。

7月~12月は殆んど台風の発生はないとみて良い。(Fig-5.3参照)。

5-2 各種計器設置と自然条件の観測

レンネル島カンガバ湾に港湾施設を計画するにあたって必要な自然条件の把握のためつぎの調査を計画した。

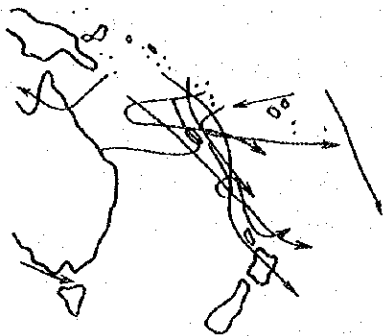
- a) 風向, 風速計の設置と観測
- b) 波高計設置による波高測定
- c) 潮位観測
- d) 流速, 流向の測定
- e) 岸線地形の測量
- f) 海底土質, 地質の調査

なお、自然条件の調査には、気温, 降水量, 天気等必要だがこれ等は他の資料によることとした。

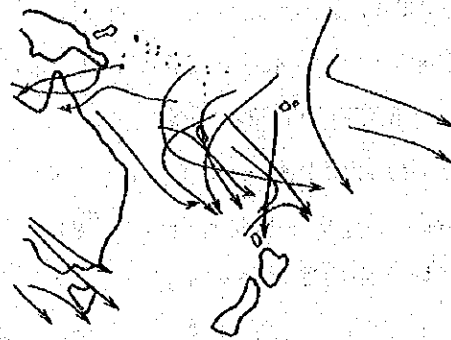
Fig - 5.3 (a) TRACK OF CYCLONE

(Jan ~ June)

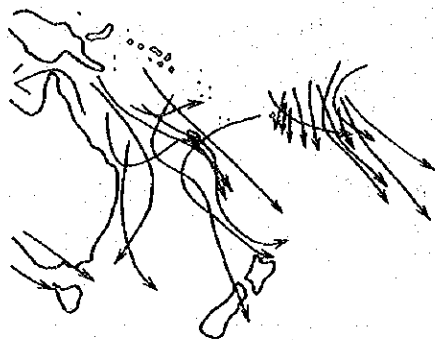
JANUARY



FEBRUARY



MARCH



APRIL



MAY



JUNE



Fig - 5.3 (b) Track of Cyclone (July ~ Dec)

JULY



AUGUST



SEPTEMBER



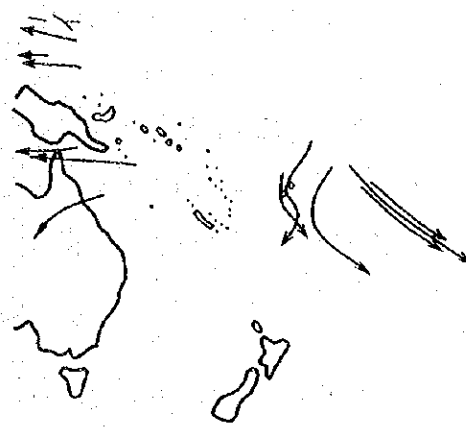
OCTOBER



NOVEMBER



DECEMBER



(I) 風向、風速計の設置と観測

1) 目的

風向、風速を観測し、この測定結果を次のように用いることを目的とする。

- a) 風圧の計算
- b) 風波の計算
- c) 工事および荷役作業可能日数の推定
- d) 法線計画の検討
- e) 出入港船舶の操船の難易の推定
- f) その他

2) 計器設置と観測

i) 使用計器

服部時計店製PR-100型直結型自記風向風速計を用いた。本器は記録器を収容する金属製のケースと発信器を取り付けるボールの組合わせにより、地上約3mにて測定する。

風速はプロペラにより交流発電器を回転させ、風速に比例した電圧に整流分圧し自動記録する。風向は発信部尾翼の動きをシャフトにより直接カムに伝えカムの回転により記録する。

ii) 設置

11月30日、計器設置位置選定のための踏査を行なった。位置選定は、施設計画位置に近く、他の構造物や地形の影響を受けない平坦な場所であることを考慮して決定した。設置位置をfig-5.4にしめす。

設置は12月1日、コンクリート基礎打設、巾60cm、長さ80cm、厚さ40cmアンカーボルト $\phi 12$ 4本を埋込み、12月3日、本体を組立てワイヤーロープ3本のステイを取って堅固に設置した。

iii) 測定

12月3日11時40分より記録開始した。

本測定は、後述の波高測定と同様、今回の現地調査期間中だけでなく、長期に亘って観測されるものであるから、現地人観測責任者を決定した上で計器の取扱い、維持について訓練を行ない、その万全を期すことに努めた。

なお、風向計の方位マークは正しく真北に向けるのが原則だがこゝでは磁北によった。

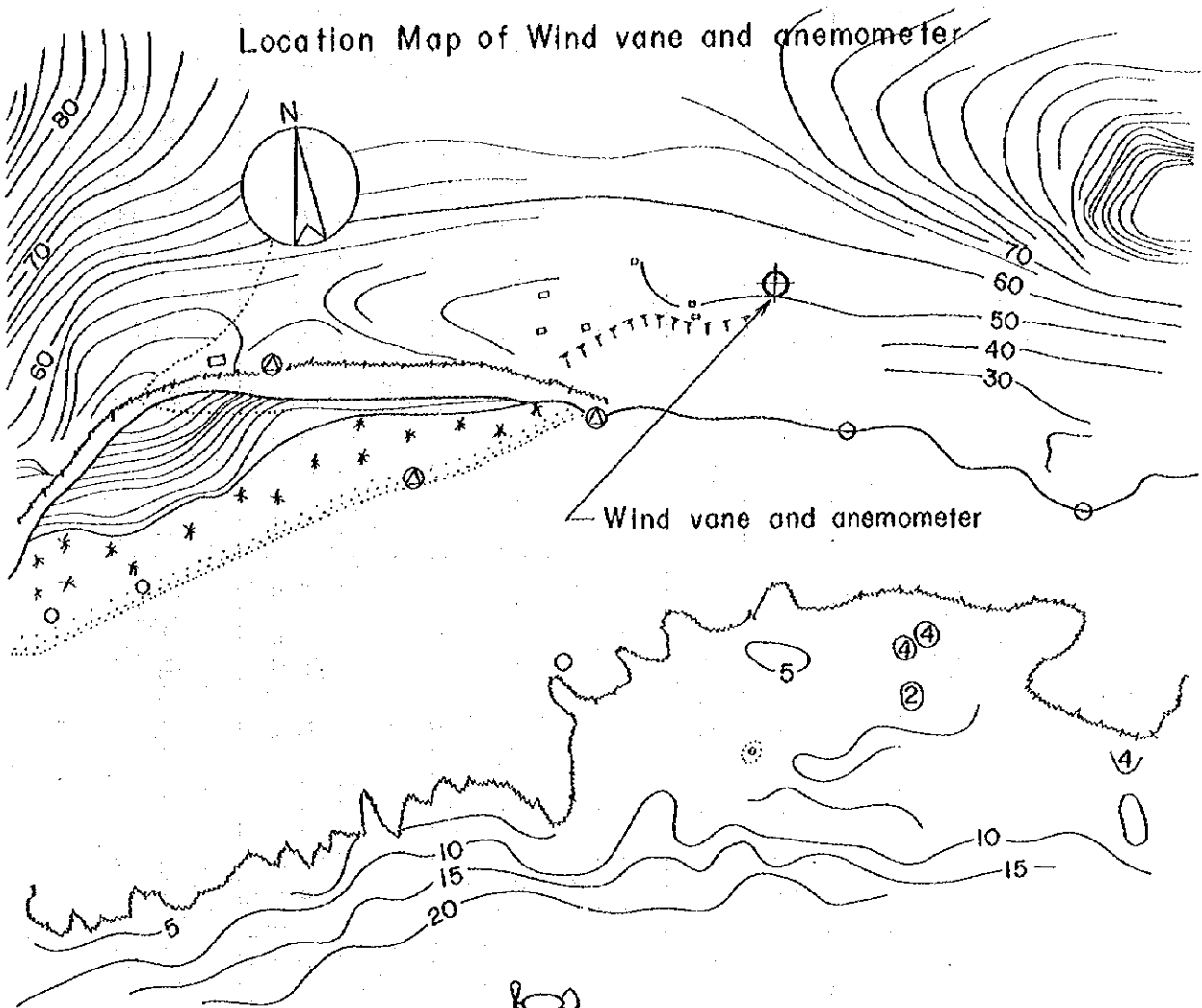
IV) データの整理および整理表

a) 風向

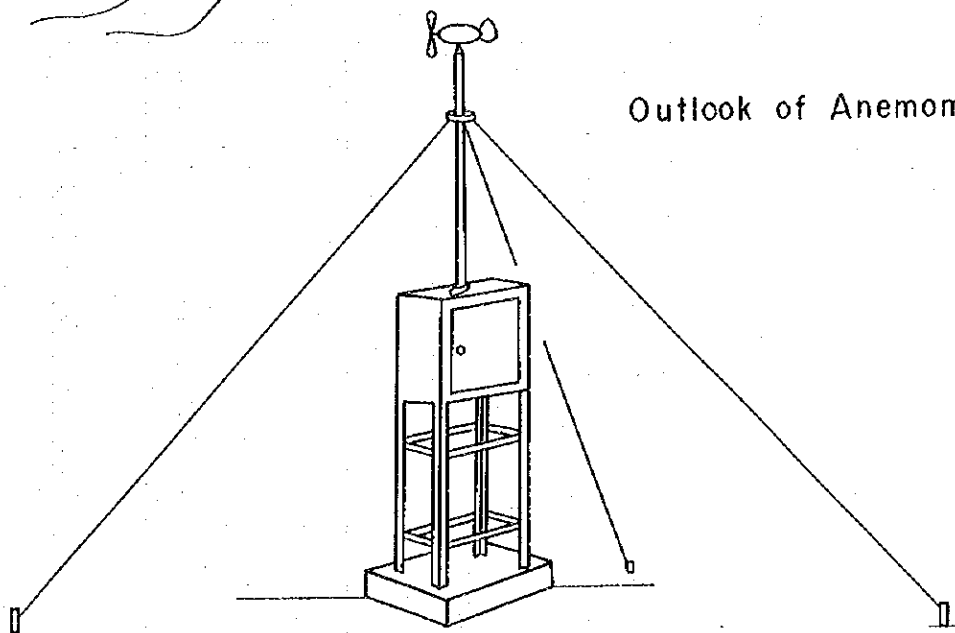
風向は記録結果の大勢を判定し、日々の読取は毎正時の24回とする、読取り時間前約1分間の平均風向を求め、風向原簿には16方位に圧分して記録する。なお一般に風速が約

Fig - 5.4

Location Map of Wind vane and anemometer



Outlook of Anemometer



表一 5.3 風向風速頻度表

RENNELL ISLAND		1975年12月 (昭和50年)																		
風速	風向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	靜穩	風速 欠測	計
靜穩																		174		174 (444)
0.3~1.5		22	72	11	7	3	2	8	7	8	6	5	1	1	1					154 (397)
1.6~3.3		1	4	6	13	3	1	5	9	4	7	1	1	1						56 (144)
3.4~5.4						1														1
5.5~7.9		1																		1
8.0~10.7																				
風速欠測																			4	4 (10)
計		24 (6.1)	77 (197)	17 (44)	20 (5.1)	7 (1.8)	3 (0.8)	13 (3.3)	16 (4.1)	12 (3.1)	13 (3.3)	6 (1.5)	2 (0.5)	1 (0.3)	2 (0.5)			174 (444)	4 (1.0)	390

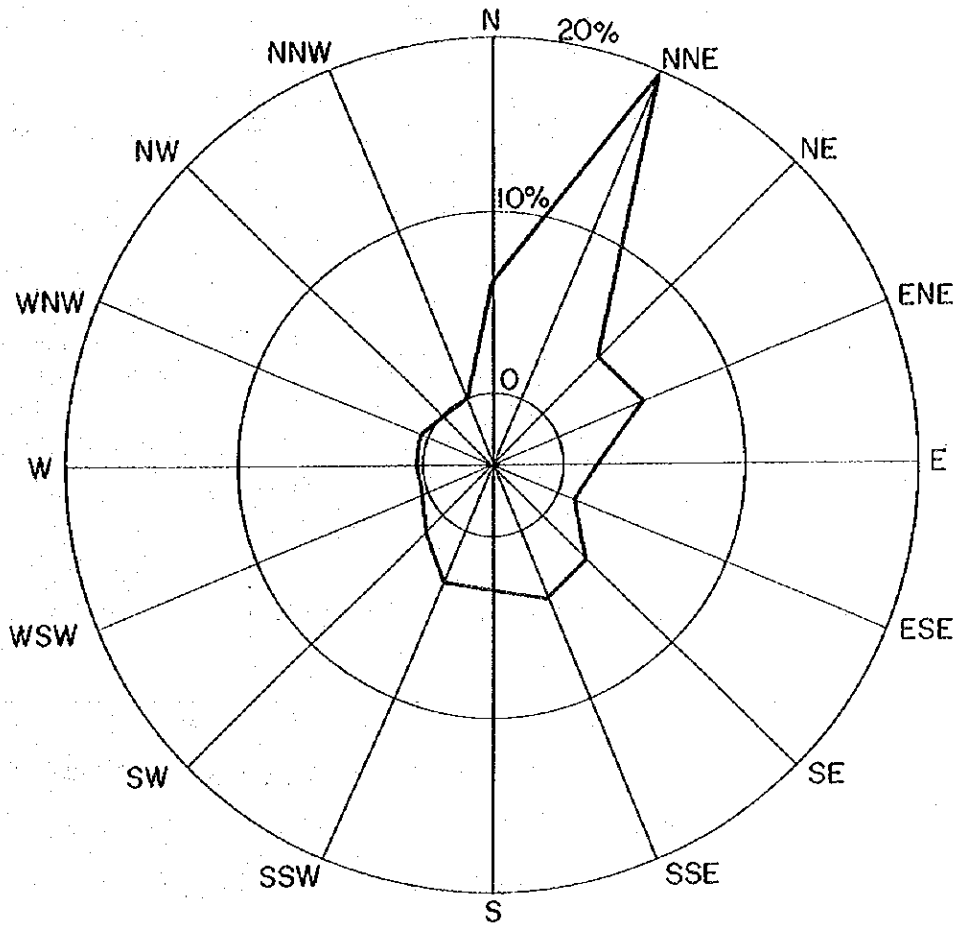
最大風速 6.0M/S. 瞬間最大 7.9M/S

測定 1975年12月3日 12時~12月19日 17時

() 内出現率%
風速單位 M/S

Fig - 5.5

Wind Rose in Dec. 1975



DEC 3 75
" 19 "

0.5 m/sec 以下の場合には風向計の作動よりみて静穏として風向を求めないが、今回は風速 0.3 m 以下を静穏として整理した。

b) 風 速

風速は風向と同様時時刻刻に変化するもので、単に風速として示しているのは観測時間前 10 分間の平均風速である。

また最大風速は規定の時刻に関係なく求めた 10 分間最大風速であり、瞬間風速は同様に最大の瞬間風速である。

今回の調査期間中に得られたデータについて纏めると表-5.3 及び fig-5.5 のとおりである

(2) 波高計の設置と観測

波高計による波浪観測は波高、周期（波長）を測定して波浪台帳を作成し、基本的な統計整理を行ない、当地区の波浪の性質を掌握して、次の目的に使用する。

1) 目 的

- a) 港湾計画の策定
- b) 設計波の決定
- c) 施工管理
- d) 波浪推算

2) 波高および周期の観測

i) 使用計器

現地状況を考慮して、水圧式直記型波高計（DW）を用いた。

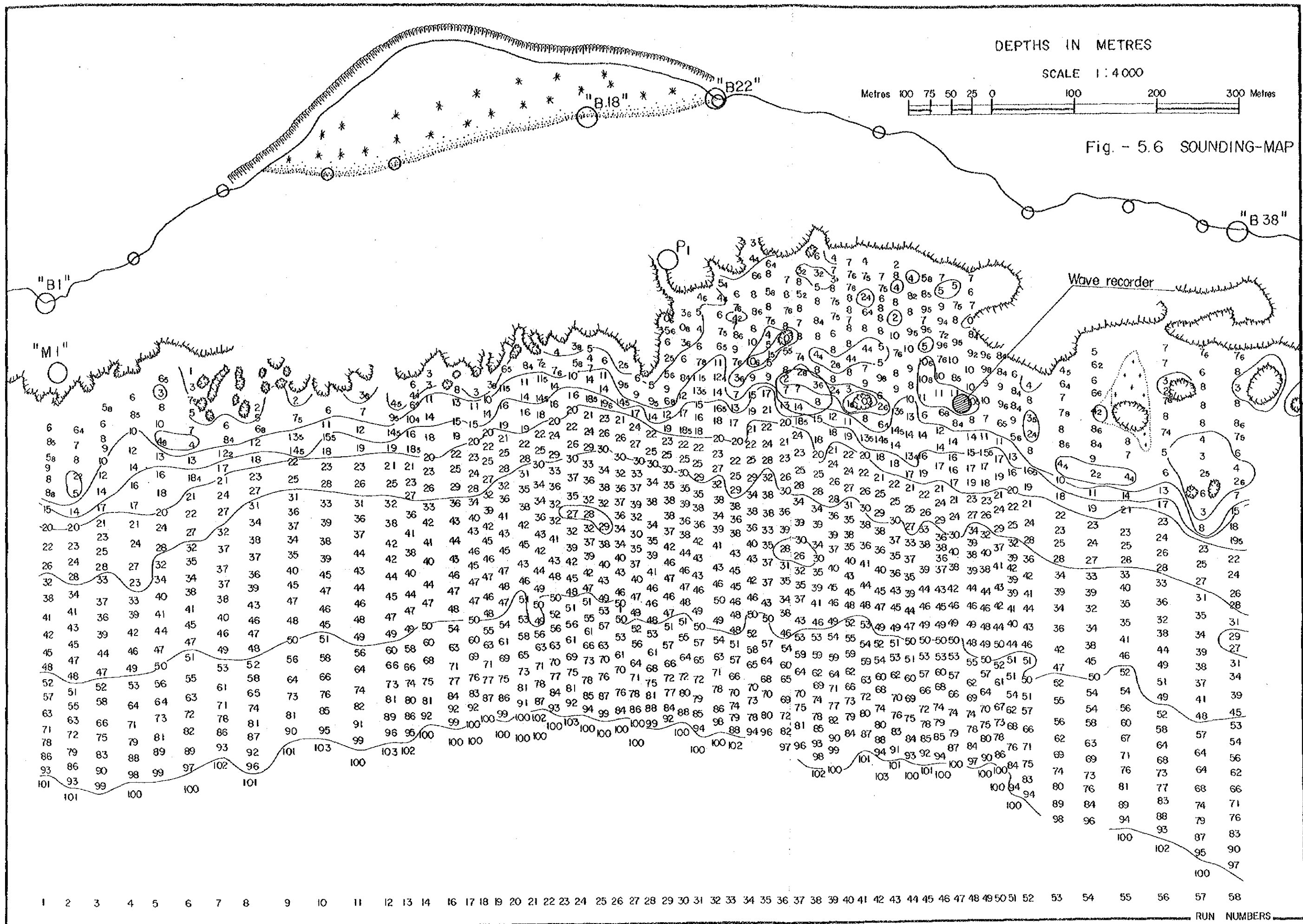
ii) 設 置

ベース計画地点及び波高計設置位置について、現場踏査および位置確認のためまず設標を行なった。即ち陸上の既知点 B1、P1、B22 及び B38（fig-5.6 参照）に標識旗を設置した。波高計設置位置は、ベース計画地点に近くなお海底面の平坦な所を選び fig-5.6 に示す（B1 18°05' P1 29°37' B22）位置とした。また設置水深は平均水面下 1.5 m である。

波高計の設置はカヌー 3 隻の上に作業床を小丸太で組み現地人労務者を利用して行なった。

iii) 観測結果

波高計による波浪観測も風の観測と同様に、今回の現地調査期間中だけでなく、長期に亘って観測されるので現地人の観測責任者を決めその体制がとれるよう訓練に留意した。波高、周期の観測開始は 12 月 5 日から実施し、12 月 8 日に引上げチェックを行なった。第 2 回引上げは 12 月 18 日に行なったが設置の不備が発見され、この間欠測している。したがって同日不備を正しく設置しなおし 1 月 2 日現地観測責任者によって引上げられそのデータの送付をまって解析した。



なお、波浪観測は毎偶数時2時間毎10分間、即ち1日12回の記録をとることとした。

したがってこゝに示しているのは、

自1975年12月5日14時 至1975年12月8日10時 33回

自1975年12月18日12時 至1976年1月2日10時 180回

のデータで、有義波高、周期(1/3最大波)の出現率を求めている。実際には平均波、1/3最大波、1/10最大波、最高波高を求めているが有義波高との各波高の関係式は次のとおりであり

$$H_{1/10} = 1.3 H_{1/3}$$

$$\frac{H_{max}}{H_{1/3}} = 0.707 \sqrt{\log_e N}$$

但しN：観測波数でN>100のとき本式が
用いられる。

今回調査の場合についてもほぼこの関係が認められた。データ得測期間中の有義波高の最大値は12月27日の18時に観測された $H_{1/3} = 0.79m$ 、 $T_{1/3} = 1.06sec$ であり、このときの $H_{1/10}$ 、 H_{max} はそれぞれ1.02m、1.17mであった。

つぎに波の周期については10~11secの範囲のものが最も多く全体の36%をしめている。

波長(L)および周期(T)との間には $L = C \cdot T$ 、Cは波速(m/sec)の関係がある。また波長(L)と周期(T)との関係は、

$$L = \frac{g T^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{L}$$

ここにg：重力の標準加速度(m/sec²)

h：水深

であり、上式から波長を水深1.5m(波高計設置水深)の場合と深海の場合について参考のためつぎのとおり求めてみる。

表-5.4

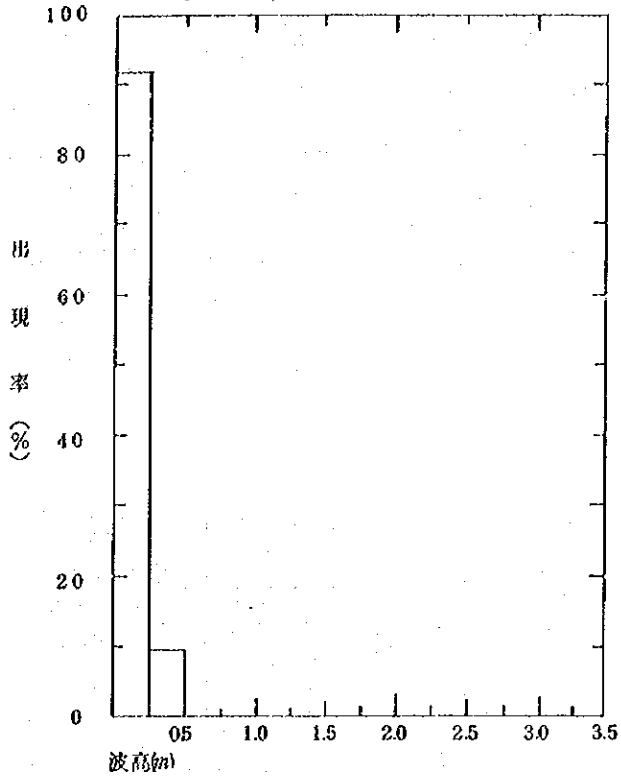
水深(m)	周期	7.0		7.5		8.0		8.5		9.0		9.5		10.0	
		波長(m)	波速(m/sec)	波長(m)	波速(m/sec)	波長(m)	波速(m/sec)	波長(m)	波速(m/sec)	波長(m)	波速(m/sec)	波長(m)	波速(m/sec)	波長(m)	波速(m/sec)
1.5		62.60	8.94	68.67	9.16	74.65	9.33	80.55	9.48	86.40	9.60	92.18	9.70	97.93	9.79
深 海		76.44	10.92	87.75	11.70	99.84	12.48	112.71	13.26	126.36	14.04	140.79	14.82	156.00	15.60

水深(m)	周期	10.5		11.0		11.5		12.0		12.5		13.0	
		波長(m)	波速(m/sec)	波長(m)	波速(m/sec)	波長(m)	波速(m/sec)	波長(m)	波速(m/sec)	波長(m)	波速(m/sec)	波長(m)	波速(m/sec)
1.5		103.63	9.87	109.29	9.94	114.93	9.99	120.54	10.05	126.12	10.09	131.68	10.12
深 海		171.99	16.38	188.76	17.16	206.31	17.94	224.64	18.72	243.75	19.50	263.64	20.28

Fig-5.7

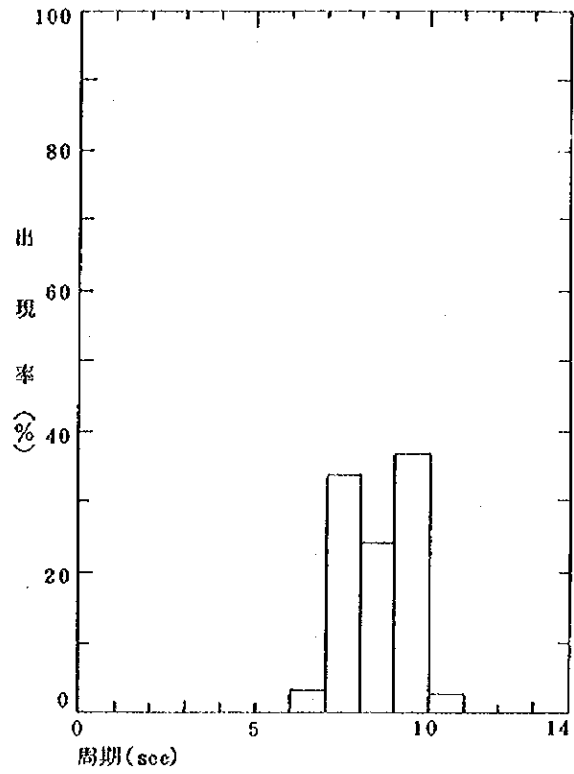
有義波波高の出現率

1975年12月5日~12月8日



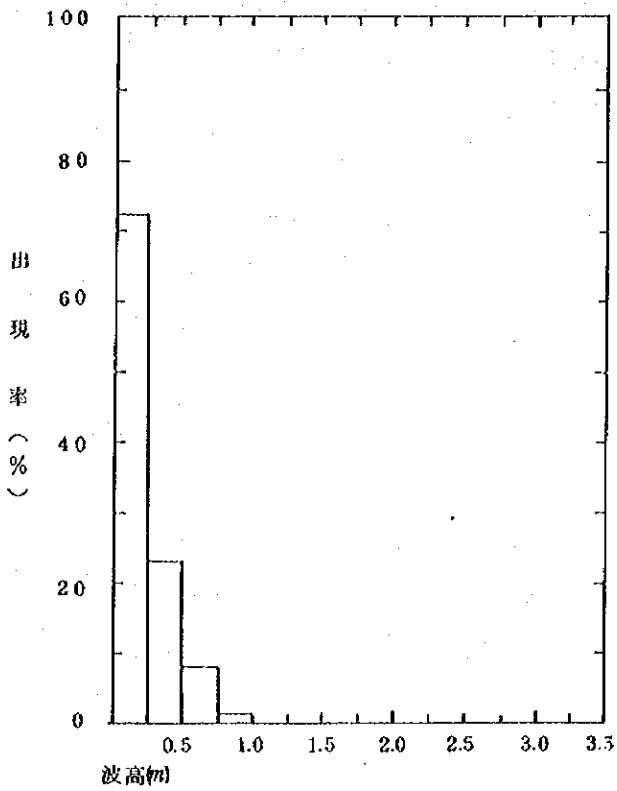
有義波周期の出現率

1975年12月5日~8日



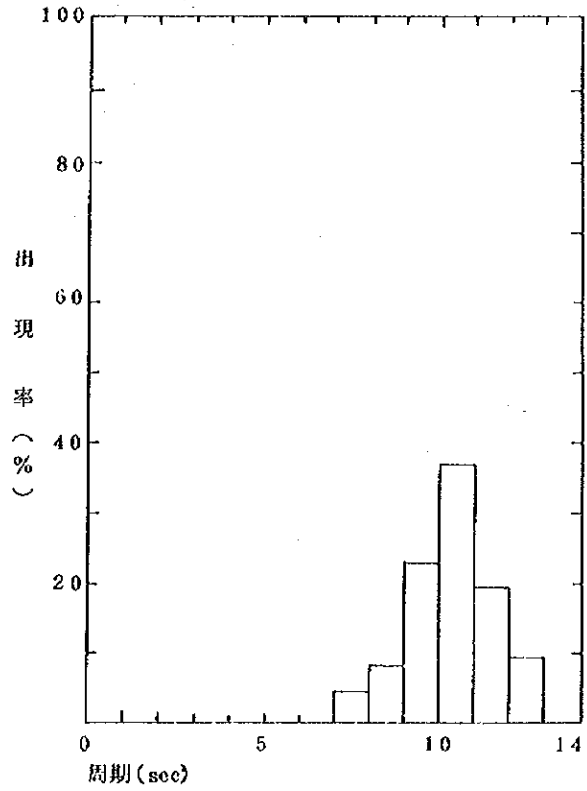
有義波波高の出現率

1975年12月18日~1976年1月2日



有義波周期の出現率

1975年12月18日~1976年1月2日



したがって、今回観測された周期は前述のとおり $1.0 \sim 1.1 \text{ m/sec}$ が最も多いが、その波長は $9.8 \sim 11.0 \text{ m}$ 程度とみることが出来る。

なお、波向については波高の観測と対比しての観測を行なっていない。現地調査期間中の情況からみると沖波は殆んど S E 方向からのうねりとみられるものが多く、バース建設地点では波の回折および屈折の影響を受けて波向は沿岸に直角に向うものが多い。しかし $3.0 \sim 5.0 \text{ cm}$ の小さな波高の場合、その時の風向と殆んど同じ方向の波が生じていた。

なお、本報告に示した波高、周期の出現頻度は極く僅かな期間のものであり今後の調査結果の解折により本港計画の資料とすべきである。

(3) 潮位観測

潮位観測はつぎの目的のために実施した。

1) 目的

港湾工事の施設計画、構造物の設計、工事施工などに際して基本となるべき基準面、即ち基本水準面 (C.D.L) の決定や、また陸地測量の水準面となる平均水面 (M.S.L) の決定等に用いるために行なった。また今回は特に用水調査との関係が有り精度向上のため次に述べる自記々録式によった。

2) 潮位観測と水準点

i) 使用計器

水圧式長期巻水位計 (Water Pressure Type Tide Gage Model LPT-II) を使用した。本機は、沈鐘 (受感部) と記録部ならびにそれを結ぶ導圧管とからなっており、水位の変化を沈鐘内のペローズで受け導圧管を通じて記録するものである。

ii) 設置

沈鐘は基礎コンクリート $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ 重量約 70 kg のブロックを製作し、アンカーボルト 4 本で堅固に取付け海岸線より約 30 m の水深約 1.0 m (M.S.L より) の位置に据付けた。記録計は陸岸に木製の架台を製作し、その上に設置し雨除けの屋根を取付けた。

iii) 観測

12月4日計器据付後直ちに記録開始した。

iv) 量水標による潮位観測

自記潮位記録紙の潮位高と B.M 高の関係を求めるため、B.M 附近に量水標を設置し数回観測を行なった。その結果をしめすと表-5.6のとおりである。なお、潮位は量水標天端高さを $+10.000 \text{ m}$ として読み取ったものである。また自記潮位記録紙の 0 ラインからの読値を併記している。

Fig -5.8 Tide Observation Curve

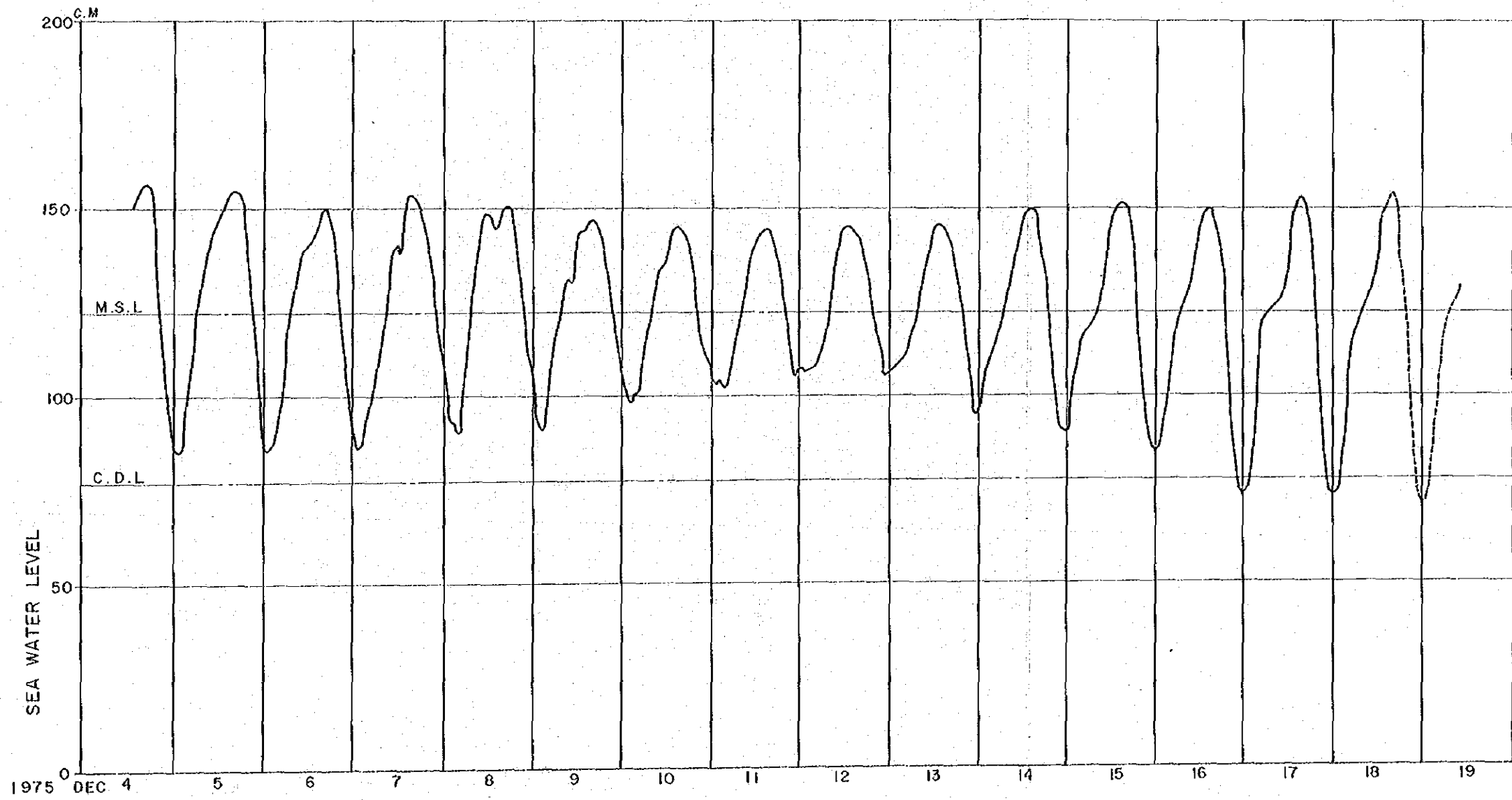


表-5.6

期 日	時 間	量水標 (A) 潮 位 (m)	記録紙上0ライン からの読み(B)	$X = A - B$
6 DEC	9.25	9.170	1.325	7.845
"	9.55	9.200	1.345	7.855
"	11.20	9.230	1.379	7.855
7	13.32	9.240	1.375	7.865
"	14.35	9.310	1.450	7.860
"	15.25	9.360	1.501	7.859
8	9.22	9.110	1.235	7.875
"	10.30	9.220	1.350	7.870
"	13.46	9.300	1.445	7.855
"	17.03	9.350	1.495	7.855
9	16.30	9.330	1.460	7.870
15	8.50	9.140	1.260	7.880
"	9.00	9.210	1.315	7.895
"	11.40	9.300	1.410	7.890
"	15.00	9.380	1.500	7.880
"	16.50	9.310	1.410	7.900
18	10.50	9.190	1.315	7.875
"	13.15	9.380	1.490	7.890
Σx				141.674
n				18
平均値 \bar{x}				7.870778
Σx^2				1115.089
標準偏差値 σ				0.0159

量水標天端高を+10.000 mとしたときの、自記潮位記録紙上の0ライン標高は表-5.6から平均値で+7.871 mとなる。この場合の標準偏差値 σ は1.59 cmと小さな値であるから無視する。

V) B.M高さの決定

陸地測量の基準となる平均水面 (M.S.L) からのB.M高さ、および港湾工事で使用する基本水準面 (C.D.L) からのB.M高さをつぎのようにして求めた。

a) 平均水面 (M.S.L) を基準とした B.M の高さ

fig-5.8 にしめす実測潮位曲線から各正時の潮位 (記録紙上の 0 ラインからの高さ) を読みとり、その平均高さをもって平均水面の高さとする。平均水面は長期間の観測結果によるのが良いが今回の場合現地調査期間の関係から 15 日間の平均を採った。この結果得られた平均水面は記録紙の 0 ライン上 122.2 cm となった。一方量水標天端高さ +10.000 m としたときの B.M 高さは水準測量によって +9.961 m と求められた。

したがって平均水面からの B.M の高さは、

$$9.961 m - (7.871 + 1.222) = +0.868 m$$

となる。

b) 基本水準面 (C.D.L) からの B.M 高さ

基本水準面を求めるためには調和常数を求める必要がある。

潮位は、次式で表わされる。

$$h = h_0 + \sum f_i H \cos (V + u - k)$$

ここに、 h_0 平均水面の高さ

f_i : 短期間に特定の期間の観測結果から求めた各分潮の振幅を永年平均に直すための係数で 1 に近い値をもち、約 19 年で変化する各分潮に固有なもの。

H : 分潮の半潮差……調和常数

$(V+u)$: 天体の運行によって定まり、年について知り得る角度であり位相に相当する。

k : 位相の補正值 (遅角) ……調和常数

今回の観測データから調和分解を電子計算機を利用して行なった、その結果をしめすと次のとおりである。

POSITION : SOLOMON, RENNELIS LAVANGGU

LATITUDE : 11° 39' 27" S

LONGITUDE : 160° 16' 45" E

TIME ZONE : 165° E

EPOCH : 1975 DEC 4 14

UNIT : CM

HARMONIC CONSTANT

	H	k	関係天体
○ K_1 (H')	21.11 cm	204.8	日月合成日周潮 月・太陽
○ O_1 (H_0)	10.05 cm	189.7	
P_1	7.00 cm	204.8	太陽

Q_1	2.63 cm	216.5		月
M_2 (Hm)	7.25 cm	168.1	太陰半日周潮	月
S_2 (Hs)	6.44 cm	158.8		
K_2	1.76 cm	158.8		月・太陽
N_2	2.86 cm	198.5		月
M_4	0.35 cm	40.5		
MS_4	0.44 cm	221.7	$M_2 \cdot S_2$ の複合作用による	

以上の結果から主要 4 分潮の合計を求めると $44.85\text{ cm} \rightarrow 44.90\text{ cm}$ となる。

これから基本水準面は、

$$\text{C.D.L} = h_0 - (K_1 + O_1 + M_2 + S_2)$$

$$= 12.22 - 4.49 = 7.73\text{ cm} \dots\dots \text{記録紙上 0 ラインからの値}$$

したがって B.M との関係は、

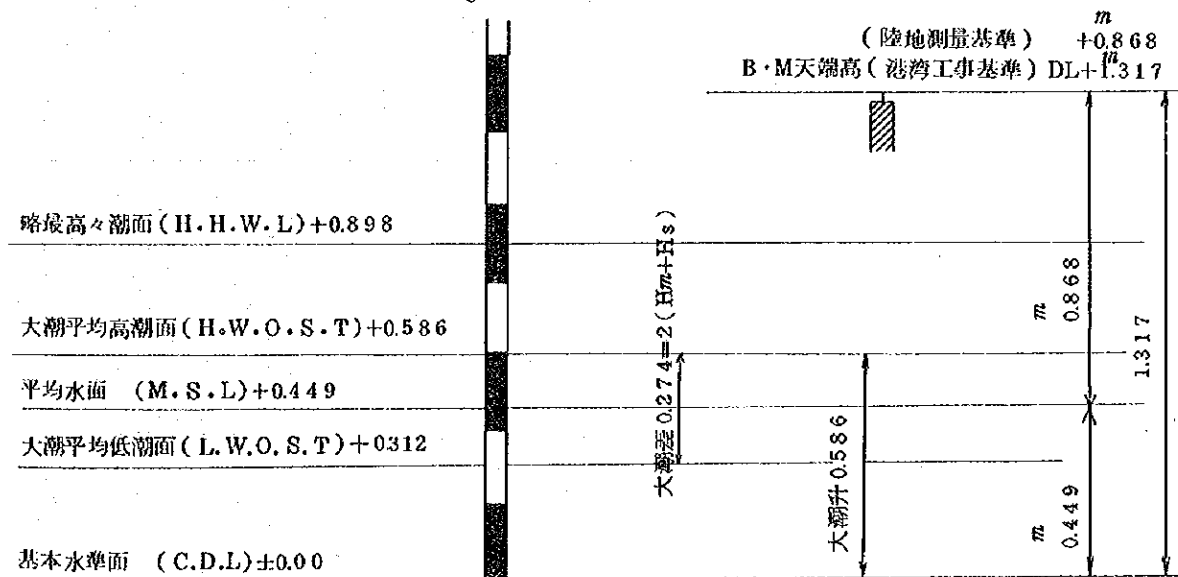
C.D.L からの B.M 高さ

$$9.961 - (7.871 + 0.773) = 1.317\text{ m} \rightarrow \text{C.D.L} + 1.317\text{ m}$$

vi) 調和常数を用いて求めた各天文潮位

調和常数を用いて各々の潮位高を求めると次図のようになる。

Fig-5-9



今回の現地調査時期が 1 2 月のため 1 年の内でも最も干潮時の潮位が低い時期であり、実測潮位曲線で 1 2 月 1 7 日、1 8 日の干潮時 (午前 0 時頃) には、ここで設定した D.L より約 10 cm 低い潮位が観測された。

(4) 流向, 流速測定

カンガバ湾内の流況について, その大略の状況を知るためと, また現在予定しているパース附近のそれを知るために流速流向の測定を行なった。

1) 測定方法

流速, 流向の測定はデジタル表示による直読式計器を用いた。これは表示部と検出部とそれを接続するケーブル50mから構成され測定範囲は流向 $0^{\circ}\sim 355^{\circ}\pm 5^{\circ}$, 流速は $0.05\text{ m}\sim 3.00\text{ m}/\text{sec}$ となっている。

測定方法は測定位置に船をアンカーで固定し検出部を海中に下し所定深度に固定し, デジタル表示の数値の安定するのを待ってその地点の流速, 流向とし, 測定時の時刻, 水深またそのときの風, 波の状況を記録した。

2) 測定位置と結果

今回行なった流向, 流速の測定はカンガバ湾内の流況の概略を知ることと, 現在予定しているパース建設地点のそれを知ることを目的としているため fig-5.10に示す湾内7地点とパース計画地1点の計8地点で実施した。

表-5.7 湾内各地流向, 流速測定結果

No	位 置	日 時	水 深	流 向	流 速	備 考
1	L84°41'K27°44'E	10DEC 9-55	5(m)	340	m/sec 0.02	風向 NNE 風速 1.5 m
		" 10-00	20	075	0.00	"
2	L53°35'K23°51'E	" 10-16	5	265	0.00	Swell 30cm
		" 10-22	20	045	0.18	"
3	W76°47'L75°00'K	" 10-35	5	150	0.38	Swell 50cm
		" 10-42	40	165	0.29	"
4	W56°40'L91°11'K	" 10-55	5	165	0.39	Swell 30~40cm
		" 11-00	40	125	0.36	"
5	E57°20'W41°00'L	" 11-29	5	285	0.18	非常に波静か
		" 11-35	20	205	0.13	"
6	E64°20'W41°17'L	" 11-45	5	195	0.12	"
		" 11-50	15	216	0.09	"
7	E67°38'W44°00'L	" 12-05	5	035	0.25	風向 NNE 風速 1.5 m
		" 12-15	20	000	0.27	"

コース予定地点流向流速測定結果

表-5.8 位置B, 2440 P, 2130 B 22 11DEC.75

測定深度	時刻	流向	流速	備考	測定深度	時刻	流向	流速	備考
0.3	10-10	035	0.15		0.3	13-39	045	0.23	
5	10-05	075	0.16		5	13-37	150	0.12	
10	10-02	175	0.13		10	13-35	180	0.15	
15	10-00	310	0.09		15	13-32	180	0.05	
0.3	10-44	125	0.24		0.3	14-00	355	0.13	
5	10-41	130	0.12		5	14-02	245	0.16	
10	10-39	195	0.12		10	14-05	026	0.10	
15	10-35	105	0.06		15	14-08	350	0.13	
0.3	11-09	040	0.25		0.3	14-40	020	0.18	
5	11-05	135	0.14		5	14-36	245	0.17	風向SW
10	11-03	125	0.15		10	14-34	005	0.11	風速 25~30m
15	11-00	025	0.08		15	14-31	205	0.07	
0.3	11-38	045	0.25		0.3	15-10	005	0.16	波高 15~30cm
5	11-35	115	0.16		5	15-07	195	0.17	
10	11-33	110	0.23		10	15-05	335	0.11	
15	11-30	105	0.16		15	15-10	345	0.08	
0.3	12-10	085	0.18		0.3	15-43	255	0.17	
5	12-07	115	0.14		5	15-37	250	0.17	
10	12-05	100	0.17		10	15-34	325	0.13	
15	12-01	185	0.08		15	15-31	325	0.14	
0.3	12-40	075	0.17		0.3	16-15	090	0.17	
5	12-37	120	0.13		5	16-10	190	0.15	
10	12-34	110	0.12		10	16-04	345	0.12	
15	12-31	135	0.12		15	16-01	025	0.10	
0.3	13-10	025	0.19		0.3	16-39	210	0.18	
5	13-06	150	0.11		5	16-37	230	0.11	
10	13-03	325	0.12		10	16-33	305	0.10	
15	13-01	070	0.06		15	16-30	325	0.12	

i) 湾内各地点の流向，流速

各地点の位置および測定された流速及び流向を fig-5.8 にしめし，またその結果を表-5.7 にしめしている。

測定期日及び時刻も同表にしめしている。測定時刻は 10 時から 12 時の 2 時間であり，当日の干潮時が約 3 時 30 分，満潮時が 14 時 30 分のため漲潮時の測定結果である。

カンガバ湾沖合の潮流は，英国海軍の調査資料によると東から西に向って流れる $\frac{1}{2}$ Knot (0.25 m/sec) があるとされている。またカンガバ湾内の流向は反時計廻りの潮流だと云われている。今回の測定結果もほぼ反時計廻りの潮流が観測された。また，流速は湾口部で南々東から北々西に向う 0.29~0.39 m/sec の流れがあり，これに比して湾内部は 0.18~0.13 m/sec と約 $\frac{1}{2}$ の潮流である。

ii) バース予定地点の流向，流速

バース予定地点で 12 月 11 日 10 時から 16 時 30 分まで 30 分間隔で測定した。測定深度は 0.3 m, 5 m, 10 m, 15 m とした。測定結果は表-5.8 および fig-5.9 にしめし，また測定位置は fig-5.7 にしめしている。

測定当日の最干潮時間は約 2 時 30 分，最満潮時間は 14 時 30 分であり，測定結果は満潮時前 4 時間 30 分，満潮時後 2 時間の値である。測定結果は fig-5.11 にみるように測定誤差とも思われる流行に疑問点もあるが，漲潮時と落潮時では明らかに流向の変化が認められる。

漲潮時の潮流は略，東及至東南東からの流れでその流速は 0.25 m/sec ($\frac{1}{2}$ Knot) である。

次に落潮時は流向にバラツキはあるが南西から北西流に転じ，その流速は約 0.15~0.1 m/sec である。しかし，この流速は測定時刻の点からみてもう少し大きな値となることが予想される。

(5) バース建設予定地点の地形

バース建設予定地点の海岸及び海底を含む地形は 1975 年 4 月に実施された深淺測量また現地て入手した航空写真ならびに現地調査によって把握することとした。現地調査は海底の底質調査と同様にバース建設予定地点付近で間かく約 100 m の grid について水深，地盤状況リーフの形状等を観測し，あわせて水中カメラによる写真撮影を実施した。

海岸附近の地形は，fig-5.6 にしめすように一部砂浜の存在はあるが大部分は急崖で海面に接している。

岸線から 100~250 m 間は水深約 0.7~1.0 m の平坦な形状をしめし，底質は殆んどが死滅した珊瑚で空洞が随所にみられる。岸線から 100~250 m のコーラルの先端は幾條もの急激に落ち込んだ谷状地形となっている。これ等リーフの先端の平面形状については，非常に複雑に変化しているため深淺測量によってそれを把握することは容易でなく，そこで今回は，深淺測

Fig - 5 . 10

KANGGAVA BAY
CURRENT OBSERVATION

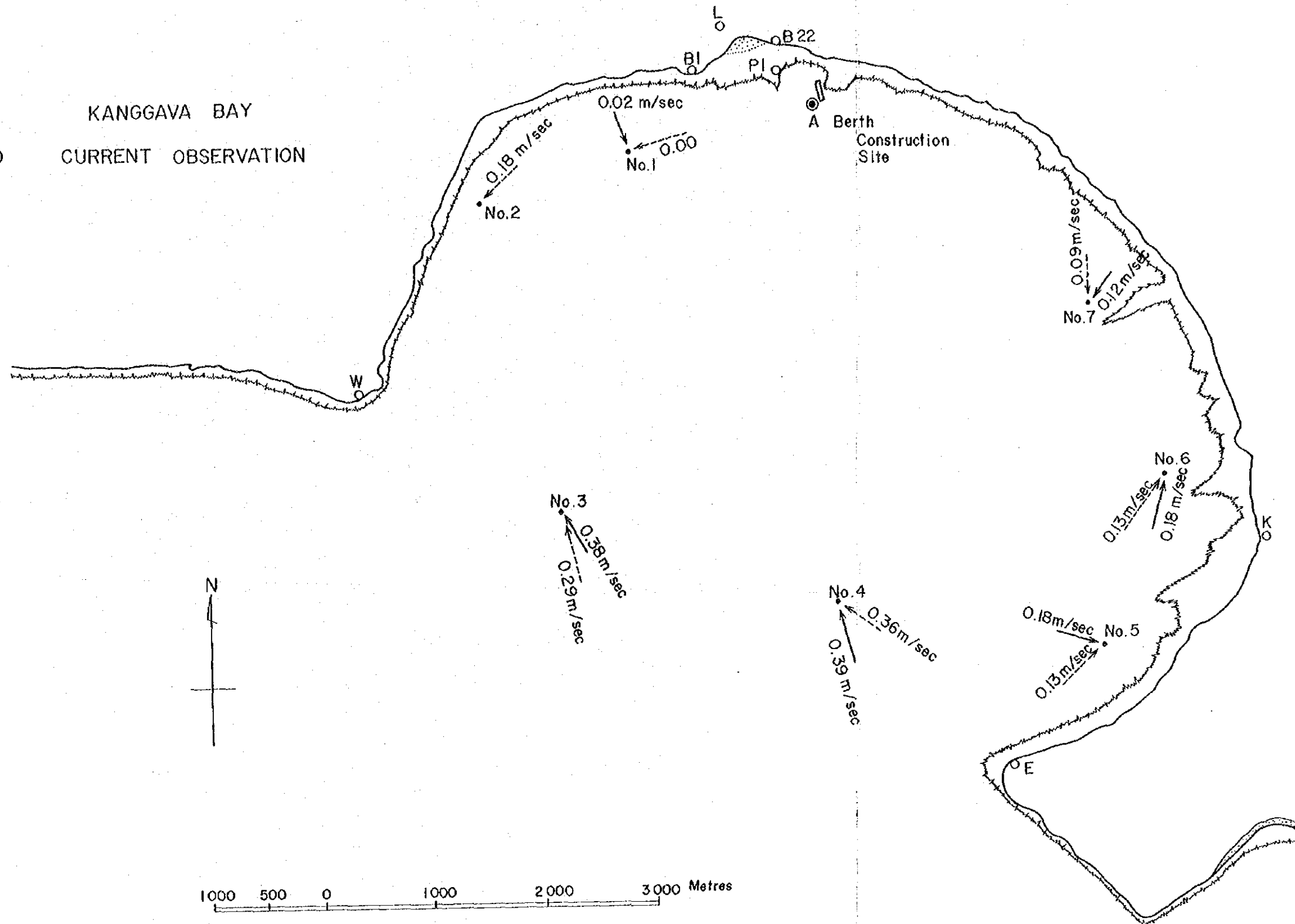


Fig - 5.11
Measured Shifts of Daytime Current (Direction & Velocity)

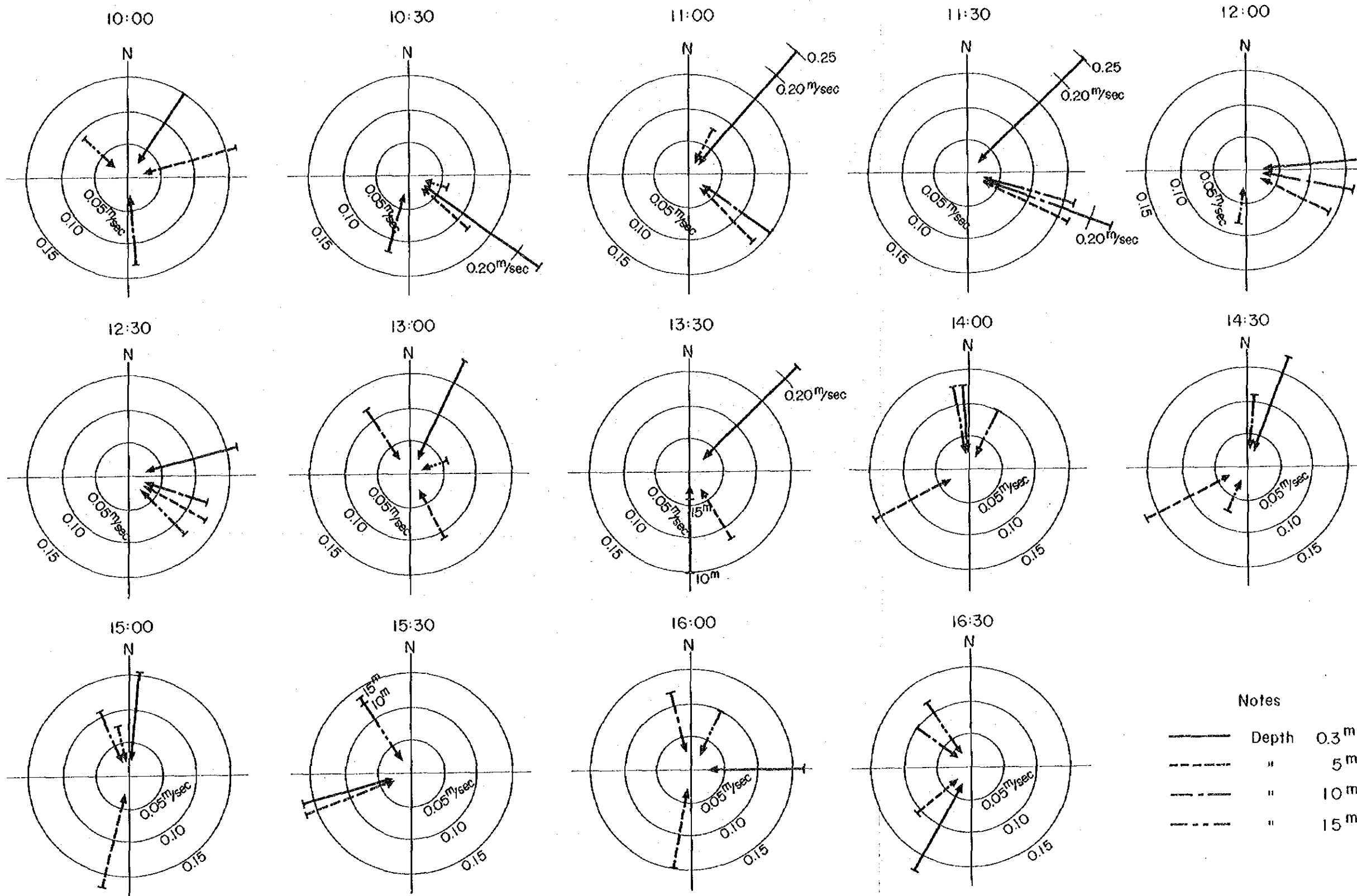
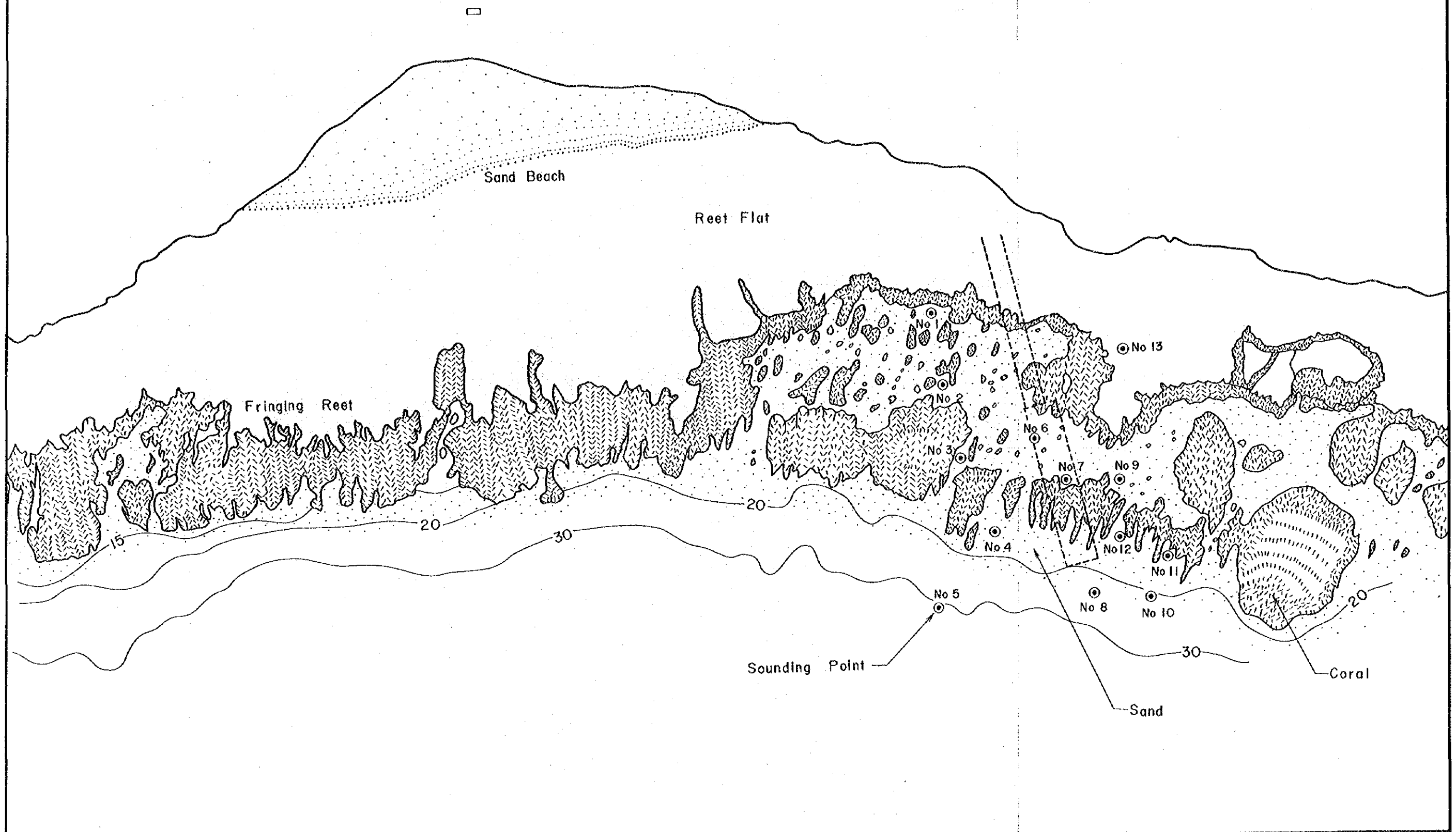


Fig-5.12- Submarine Topography near the
Proposed Berth Site , Kanggava Bay



最結果と航空写真によって、図-5.10に示すように作図しコーラルの分布、形状を把握することとした。なお、深淺測量によって得られていない岸線から100~250m間の水深について、今回レッドによって水深測量を行なった。水深測量を行なった結果は5-2-3で求めたD.L.からの水深であり先に記した1975年4月の深淺測量に用いたD.Lとは多少相違があるかも知れない。

(6) 海底土質、底質調査

港湾施設の計画、設計に必要な基礎地盤の状況及び泊地等のいかり掛り等の検討に必要な底質の調査は海底ボーリングによる地質調査ならびに底質サンプリング又はサウンディングを実施する必要がある。

今回の現地調査では基礎地盤の調査としては予備調査の段階として

資料調査………ボーリングおよびサウンディング資料、地下水位等の記録、

地形図、地質図、航空写真、資料の集取

現地調査………地形、地質の把握とサウンディング、底質試料の採取、

水中写真撮影

を実施した。

1) 既往資料による地盤状況の考察

基礎地盤状況を知る上での既往調査資料としては海岸の内陸寄りで行なわれたボーリング資料がある。これによると、基礎地盤は石灰岩によって形成されている。一方、地質構造調査報告書(S. 46, 47 金属鉱物探鉱促進事業団)にはレンネル島、生成機構図(模式図)としてfig-5.13が示されている。同報告書によると本島の造礁および隆起について、つぎのように考察している。

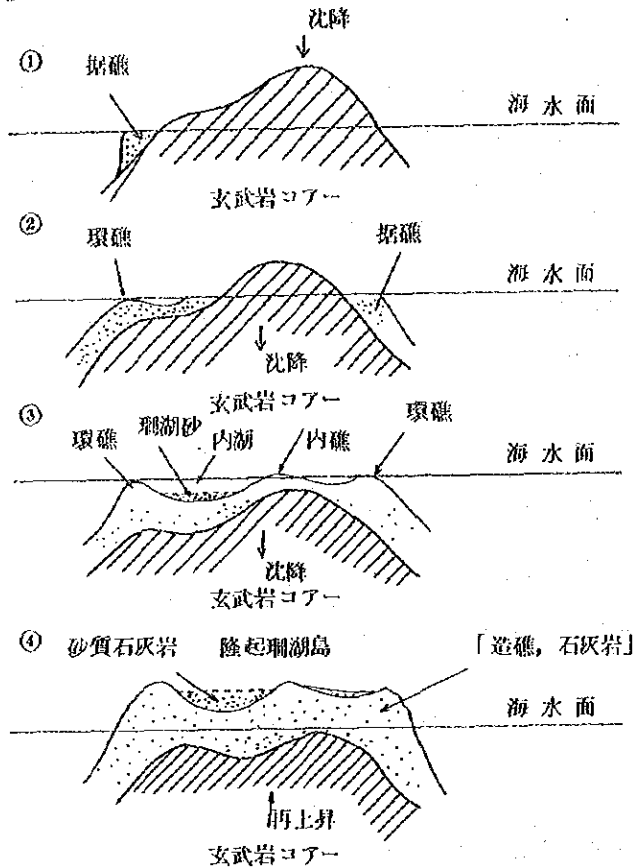
因連が行なったソロモン諸島全域にわたる空中磁気調査によれば、レンネル島からペロナ島にかけて北西-南東方向に可成り強い磁気異常があり、測定データを解析した結果、この地域が玄武岩の活動帯であること、両隆起珊瑚礁島の下部に玄武岩質のコアが予想されること、およびコアの深度は最も浅い北西レンネル中央部で500m位であることなど判明した。

玄武岩活動については、今の所、絶対的な証拠を有していないが、レンネル島の南側のルブギー湾、カンガバ湾などは火山噴出のカルデラを想起させる形をしめしており、またレンネル島東部の黒く水をたたえたテ・ンガノ(Te Nggano)湖もカルデラであった可能性がある。

珊瑚礁は、一般に噴出した火山が冷却してから、これを基礎に生成をはじめ、緩慢な火山の沈降(または海水面の上昇)に伴って裾礁→堡礁→環礁へと発達していくものとされているが、レンネル島も先に示した模式図に示すような裾礁→環礁→隆起島の過程を経て形成されたものと思われる。

また、前述のルブギー湾、カンガバ湾および恐らくテ・ンガノ湖はカルデラとして熱源の噴出

fig- 5.13 レンネル島の生成機構図 (模式図)



するところであったことにより造礁が阻害され、湾ないし、湖として残存したのではなからうか。

以上のように、レンネル島ならびにカンガバ湾の生成機構について述べている。

一方、前述のことをふまえて、カンガバ湾の水深地形また現地調査結果から地盤状況を想定して作図するとfig-5.14のように考えられる。

また、造礁珊瑚の生育については、

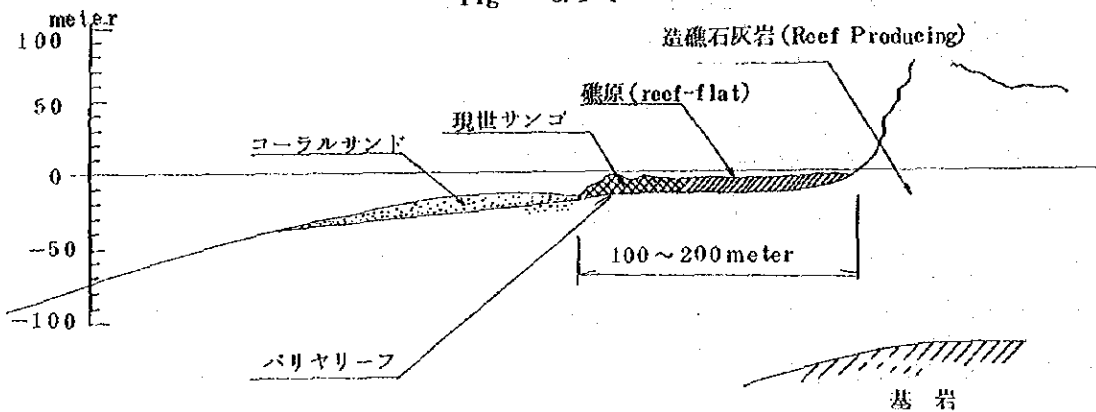
i) 海水の温度が25~30℃で特に18℃を下らぬこと、36℃以上では死滅する。

ii) 塩分濃度27~40‰であること。

iii) 共生する藻類が光を必要とするため低潮面下深さ約30mたらずの海底との間にのみ生育する。

iv) 珊瑚礁が生長するには、一般にその海底がかたい岩盤のあることが必要である。しかし、波の静かな海域では、砂質の海底に珊瑚の小群落が生育する場合もある。

fig - 5.14



V) 珊瑚の群落の生長速度は 2.5 cm/年位 であるが珊瑚礁として上にのびていく速さは 1 cm/年位 である。

珊瑚礁の成因に対する考え方は現在までに種々の説が唱えられている。珊瑚礁が裾礁、堡礁、環礁などの形態をとるにもかかわらずそれ等の地形がその細部においてかなり類似した特徴を示すことは、それ等の間に成因的な連関の大きいことを物語っていると云えよう。

また、現地調査および航空写真から当地区の珊瑚礁の先端水深約 $15 \sim 20 \text{ m}$ 以深の沖合いには珊瑚が殆んどみあたらずあっても小さな塊状のものが極くわずかに認められるにすぎない。

2) サウンディングによる底質調査

前述のとおり約 100 m の grid について、また地盤状況の変化点について $\#1 \sim \#13$ の地点でサウンディングを実施した。サウンディングの方法は、外径 48.6 mm の鋼管の先端を斜めにそぎ落とし、尖らせたもので、上部にハンドルを付し廻転可能にしたものを利用した。足場はカメラ3隻の上に丸太で床組をし、中央に約 $1.0 \text{ m} \times 1.0 \text{ m}$ の穴を明けたものであり、作業船はアンカーで固定した。作業船上よりサウンディング・パイプをロープによって吊おろし、海底に達したところで人夫4人によって押し込み、押し込み不能となつてからハンドルによりサウンディング・パイプに廻転を与えさらに押し込みを計った。各点の貫入実績とその状況をしめすと表-5.9のとおりである。

なお、サンゴの試料は潜水してハンマーにより砕き採取した。また海底地盤が Sand の部分で底質試料を採取するため Bottom Sampling Tube (外径 200 mm 長さ 300 mm にキャンバス袋を付し、ロープによって船上より操作する)を用いた。特に水深 40 m 附近(測点 $\#5$)ではこれを引きずり廻しても Coral に引掛ることはなかった。

採取した底質の試料状況は、各測点とも殆んど同様なもので Coral 及び貝殻の細片が殆んどで指によって容易に碎けるものが多い。

表-5.9 各点サウンディング結果(実施12月9日)

測点No	水深 (DLより)	底質	貫入量(cm)	考察
1	7.25	Sand	110	1.1 m 貫入したが、固結層に達した感じはない。
2	8.51	Sand	30	附近にはサンゴの群落多し。
3	9.50	Sand & Coral	30	砂面よりサンゴが多く、サンドウェーブがありサンゴの試料採取。
4	17.30	Sand	120	主として砂、サンゴが所々にみえる。東側に広い砂面あり。
5	39.30	Sand	—	粗砂で貝殻片を多量に含む。板サンゴの細片を含む。
6	11.00	Sand	70	各所にサンゴの小群落あり。
7	11.00	Sand	110	北側に広い砂面あり。サンゴ礁の端部。
8	24.80	Sand	—	砂は細砂、貝殻片を多量に含む。
9	8.50	Sand	80	海底面は平坦である。サンドウェーブあり。
10	24.3	Sand	—	砂面は広い。
11	18.3	Sand	—	両側にサンゴあり。
12	14.0	Sand	70	サンゴのチャンネル内、巾約5 m。
13	0.2	Coral	—	死滅したベタサンゴ (reef-flat)

註) 水深はC.D.L.からとする。

● 第 6 章 港湾施設の技術的検計

●第6章 港湾施設の技術的検討

6-1 港湾計画にあたっての物理的特性のまとめ

前章までに港湾の規模決定のための取扱い貨物量、対象船舶、自然条件について記した。

ここでは具体的な港湾施設の計画を行なうための前提条件をまとめてしめすものである。

(1) 土地及び海岸線の特性からみた港湾計画条件

カンガバ湾は、ここで選定したバース位置を基準としてfig-6.1にしめすようにS12°E～S56°W方向は何等遮蔽されておらず外海に面している。

海岸の状況は切り立った高さ約70～80mの崖となり、それがバリヤーフ先端までの約100～200mは水深約0.7～1.0mのリーフフラットである。このバリヤーフ先端から沖合い100～200m間は水深約7～9mで底質は今回の調査結果では1.0m厚以上のコーラルサンドの堆積がある。しかし、先端附近は第2線バリヤーフとも云うべき海底丘状(巾100～50m)のサンゴの発達があり、この先端から急激に水深が深くなる。このような地形、海岸線の特性から、次の点に留意して港湾施設計画の条件とする。

- a) 大型接岸施設及び泊地に対する大規模防波堤の建設は海底地形、水深投資額からみて無理がある。
- b) 以上のことから、建設位置は恒風の方向(波向)に対して遮蔽されているか、また、遮蔽されていなくともバース利用率と利用可能率から許容値にあるか否か検討の必要がある。もし利用可能率が著しく下まわる場合は建設予定位置を変更することも考慮せねばならない。
- c) 建設工事費の経済性を計るためと埋没を防止するため大規模な浚渫をさける。
- d) 小型船の泊地は陸岸に近い位置を選び、十分に遮蔽されたものとする。
- e) バースに近接して陸上施設用地の確保が容易(埋立)であり、アプローチ道路等の建設が経済的に出来ること。

(2) 自然条件の特性と計画条件の検討

a) 風向、風速、波浪条件

既往資料による当地域の恒風はSEとみることが出来る。又、前述のように港湾施設計画予定位置に最も不利な影響を与える風波の方向はS12°E～S56°W間とみなされる。この方向の風の発生頻度は第5章で述べたとおり約20%であり、又年間で風力5～6以上(風速8.0～13.8m/sec)の同方向の発生頻度を推定すると全年を通じて約5%である。

港湾施設の利用にあたって問題となる風、波についてその限界静穏度は各条件によって多少異なるとみられるが、日本の運輸省計画課資料、キャプテンのアンケート資料ならびに海難防止協会資料からまとめてしめすと表-6.1のようである。

表一 6.1 限界静穏度に対する既往の調査結果

		港湾局計画課資料	船長アンケート資料	海難防止協会 港湾安全対策調査資料
入港 限界	波高	1.5 m	1.0~2.0 m	波浪階段 4~5 (2.5 m)
	風	20 m/sec	—	風力 6~7 (10~17 m/sec)
離作 接業 岸限 界	波高	—	波浪条件が 比較的良い 0.5~1.0 m 恵まれない 1.0~1.5 m 極めて悪い 1.0~2.0 m	—
	風	—	10~15 m/sec	—
荷役 限界	波高	300~1,000 G/T 0.3 m 1,000~5,000 " 0.5 m 5,000 G/T以上 0.7 m	0.5~1.0 m	—
	風	15 m/sec	10~15 m/sec	—
錨泊 限界	波高	—	1.0~1.5 m	1.0~1.5 m
	風	—	20~30 m/sec	15~20 m/sec
接避 岸泊 係留 限界	波高	1.0 m	0.5~1.3 m	5,000 G/T以上 1.0 m " " 以下 0.7~1.0 m
	風	25 m/sec	10~17 m/sec	5,000 G/T以上 20 m/sec " " 以下 15~20 "

以上の参考資料から当港の場合 5,000 D/T (約 3,000 G/T) に対して各状態の限界静穏度を次のように考える。

表一 6.2

	限界波高	限界風速	備 考
離接岸限界	1.0 m	15 m	
荷役限界	0.5 m	15 m	係船施設前面
錨泊限界	1.5 m	20 m	港内泊地
接岸係留避泊限界	1.0 m	20 m	係船施設前面

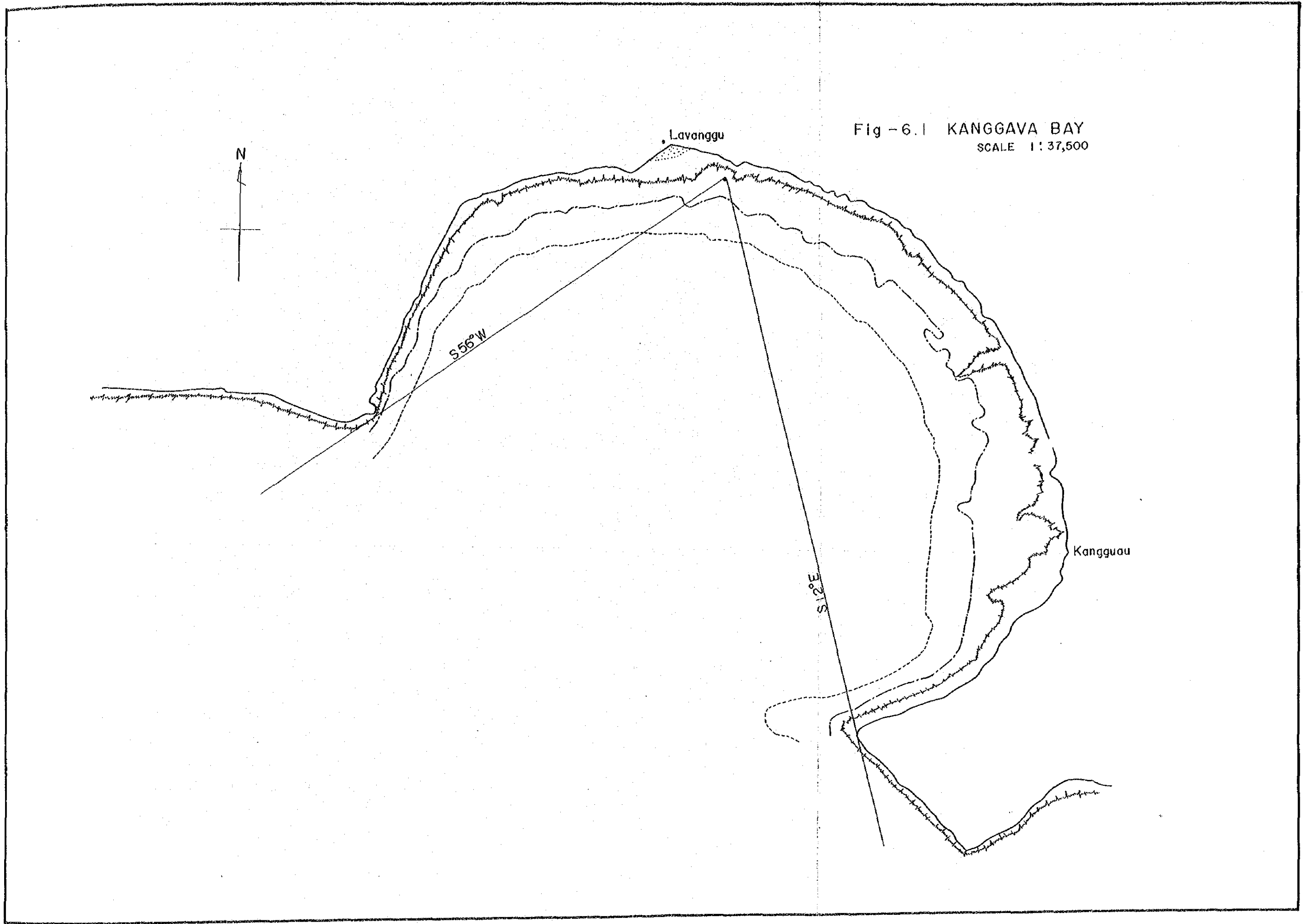


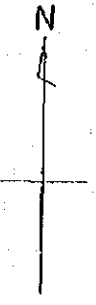
Fig - 6.1 KANGGAVA BAY
SCALE 1: 37,500

Lavonggu

S 56° W

S 12° E

Kanggava



つぎに波浪に関する当地域の既往資料は殆んどない。しかし、沖波の波向を風向とほぼ同一とみなせば、当地域の最多波向もSEとみることが出来る。風速の分布からみた波高は1.0 m以下が最も多く、次に2~3 mの発生頻度(風力5~6に相当)を月別、方向別にしめすと次表のようである。又波高4 m以上の発生をうながす風力7以上の風の発生頻度は5月で7%, 6月で4%でいずれもSE方向であり、その他の月は殆んど0である。

表-6.3 風力5~6の方向別、月別発生頻度(%)

月	SE	SSE	S	SSW	SW
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	14.5 (7.0)	10.5	3	0	1
6	9.0 (20) (2.0)	5.0	3	0	0
7	5.0	4.0	0	0	0
8	4.0	5.0	0	0	0
9	13.0	5.0	0	0	0
10	7.0	2.0	0	0	0
11	6.0	3.0	0	2.0	0
12	1.0	1.0	0	0	0

注 () ……風力7の発生頻度

() ……風力8~12の発生頻度

つぎに台風時のような異常時の波浪について当地域の資料はないが、これは今後、実施設計時には台風の規模、最も不利な台風のコース等検討した上で波浪の推計によって検討する必要がある。

なお、沖波の方向別にカンガバ湾の回折による波高比(回折係数)を簡単な回折関(波の周期を $T=8.0\text{sec}$ とした)を書いて検討した。恒風の方向SE波に対する回折係数はfig-6.2にしめすように接岸施設計画地付近では0.09とみることが出来る。これは沖波高5 mのとき、接岸施設計画地付近では約45 cmの波高となることを意味している。

また、回折関は沖波の波向を $S30^\circ E$, $S15^\circ E$, Sについても書いているが各々の接岸施設計画予定地の回折係数は約0.1, 0.3, 1.0となり、また $S55^\circ W$ のとき0.4程度となった。S方向からSW方向間の風の発生頻度は非常に少ないので常時の港湾稼働に与える影響は少ないとみら

Fig-6.2 DIFFRACTION DIAGRAM

(SE)

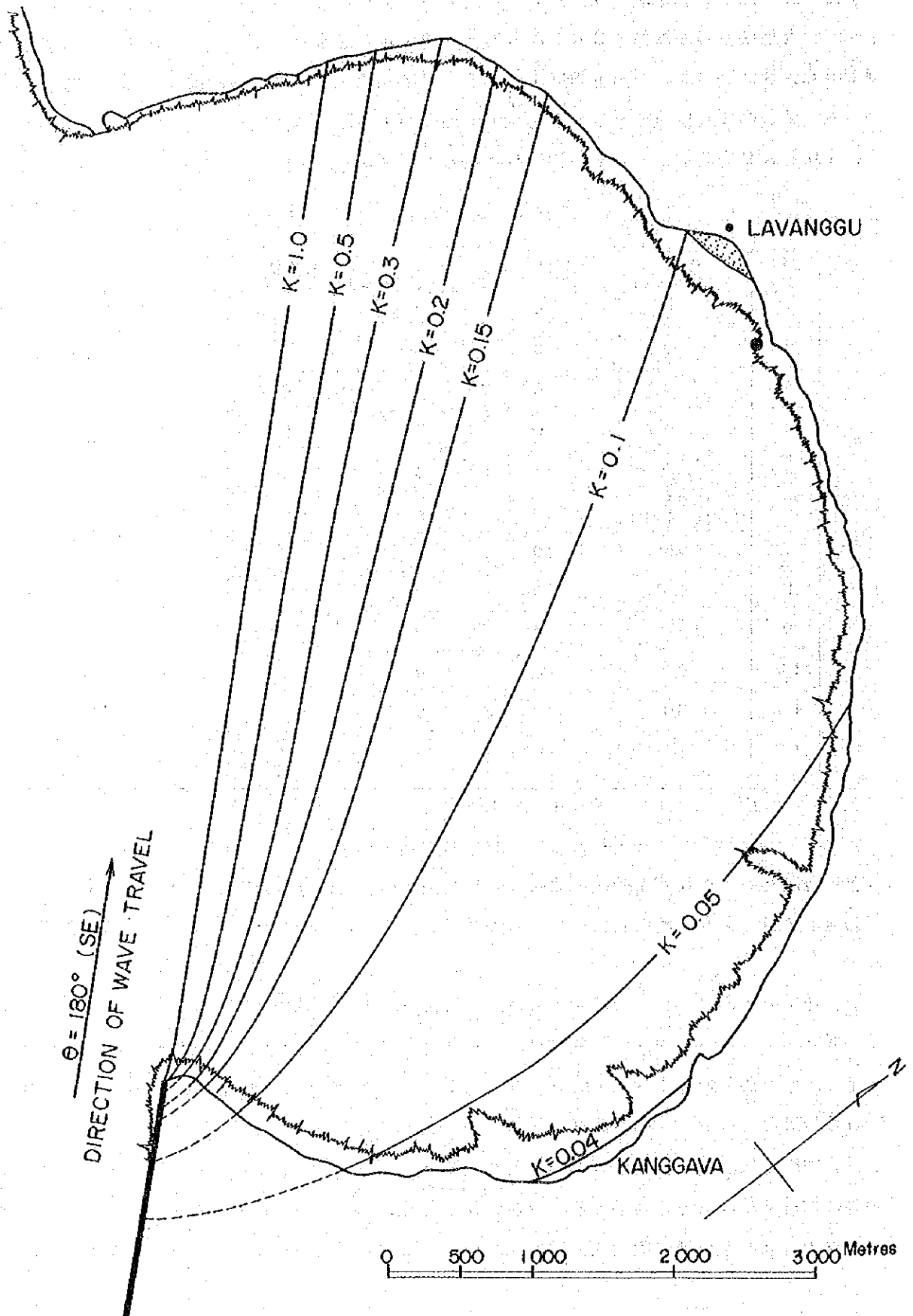


Fig - 6.3 DIFFRACTION DIAGRAM

(S30° E)

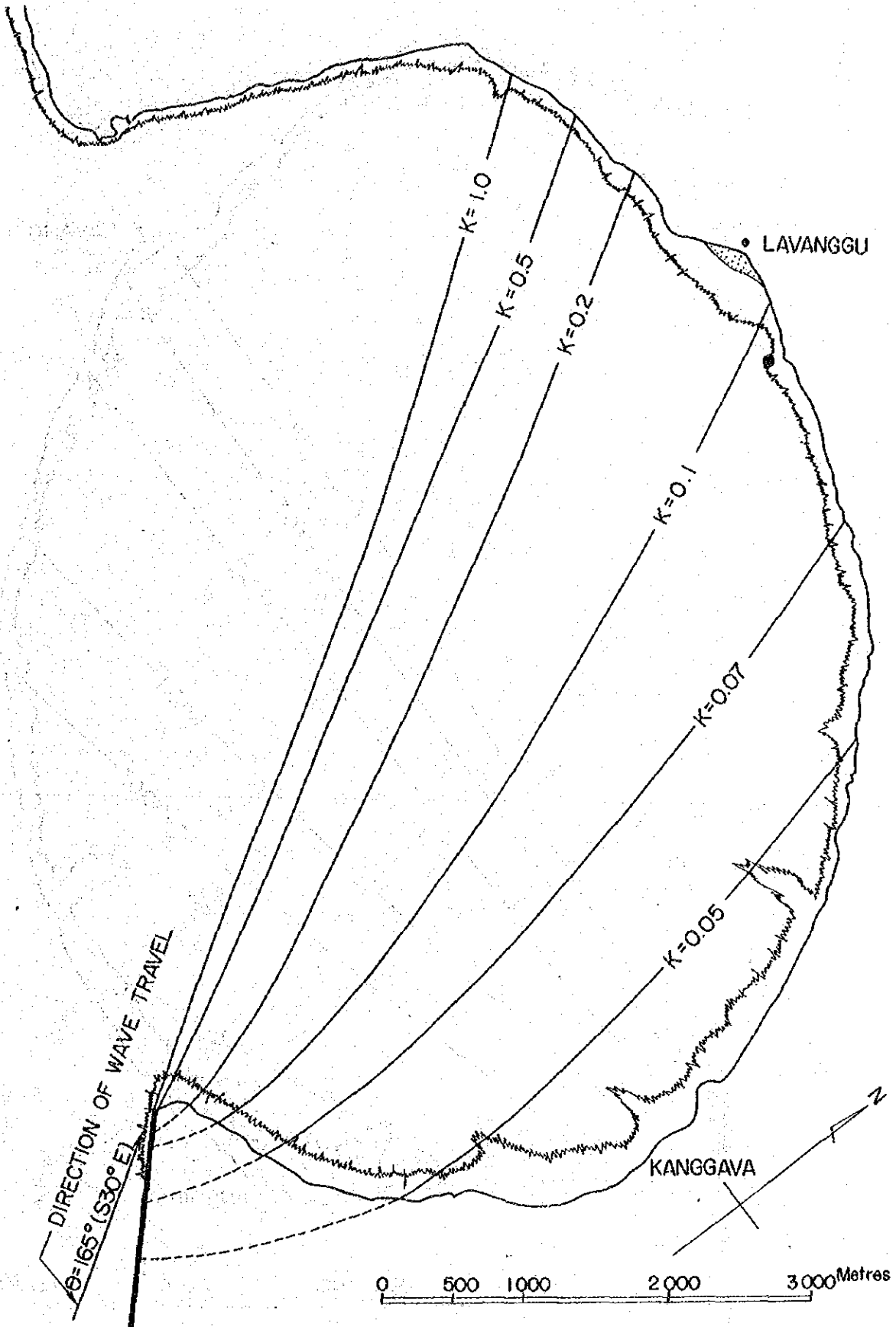


Fig-6.4 DIFFRACTION DIAGRAM

(S15° E)

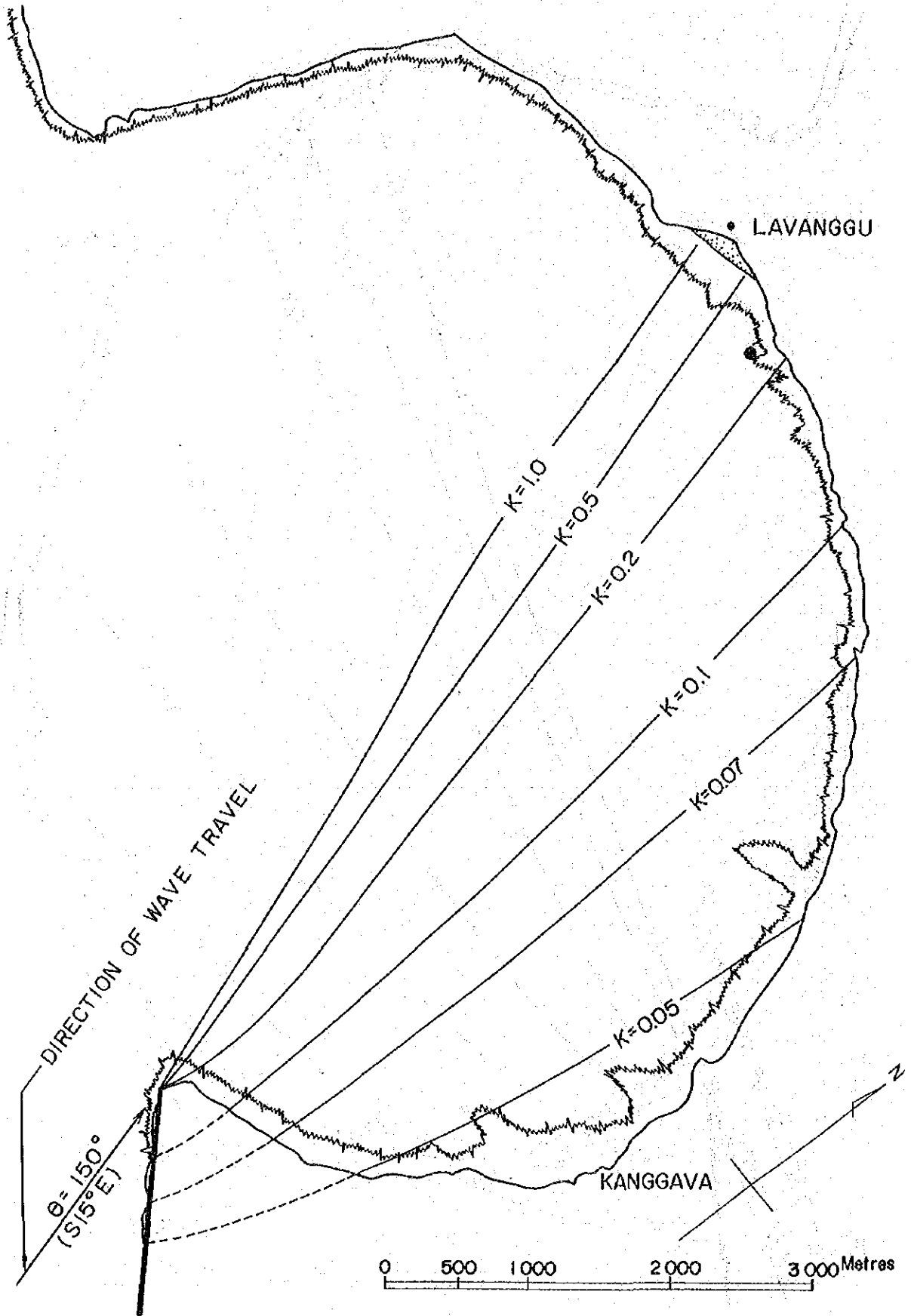


Fig-6.5 DIFFRACTION DIAGRAM

(S)

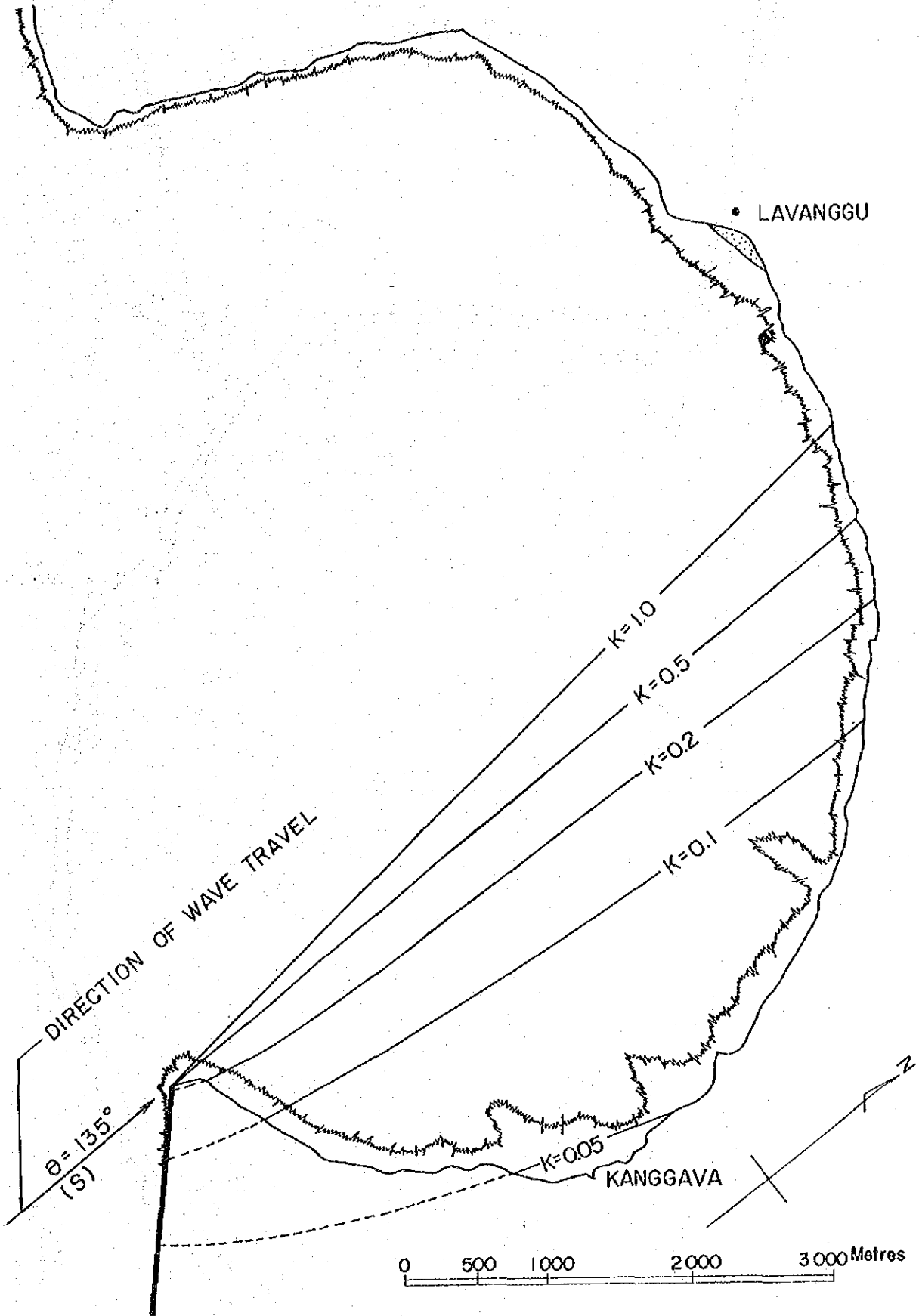


Fig- 6.6 DIFFRACTION DIAGRAM
(S 40° W)

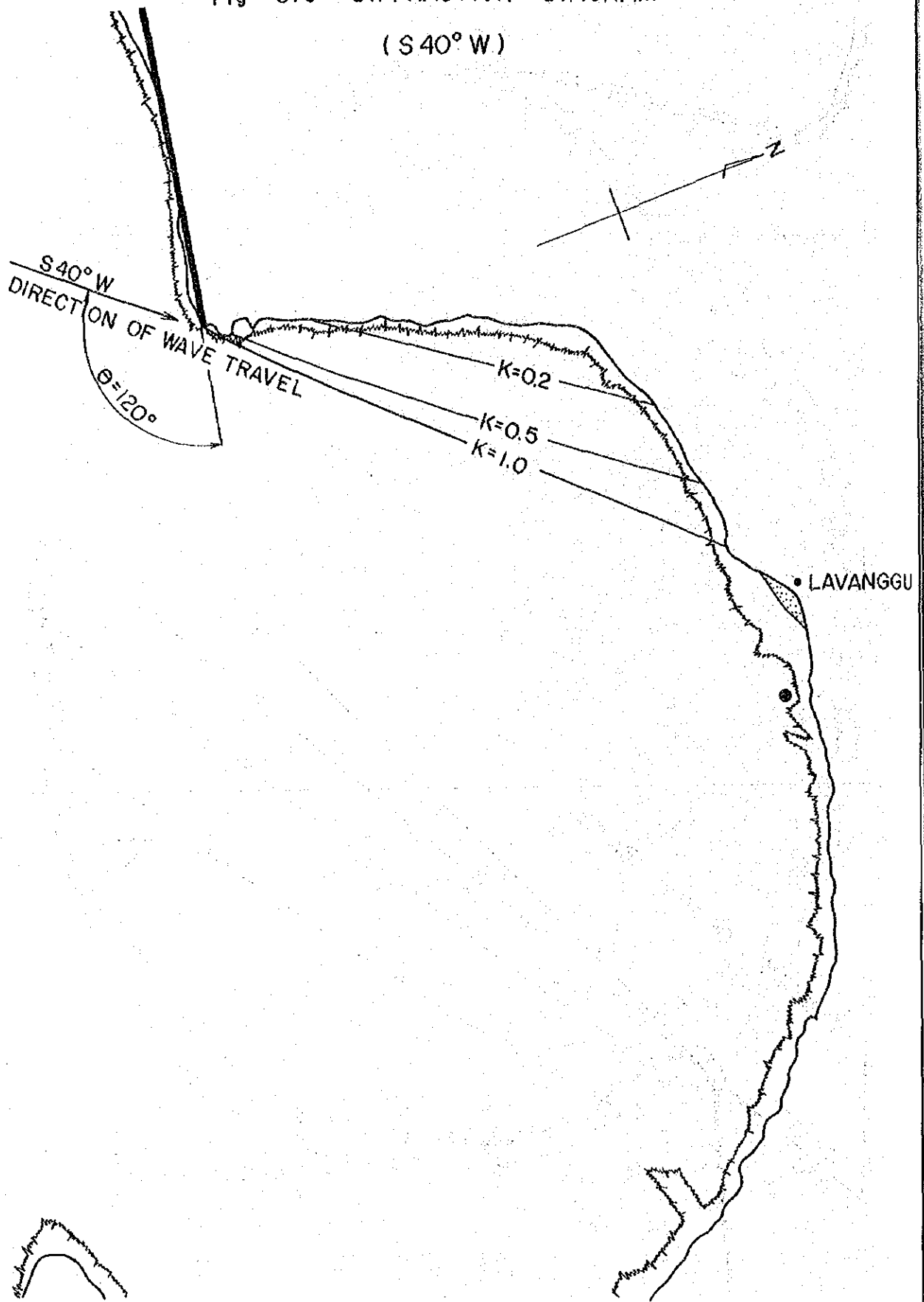
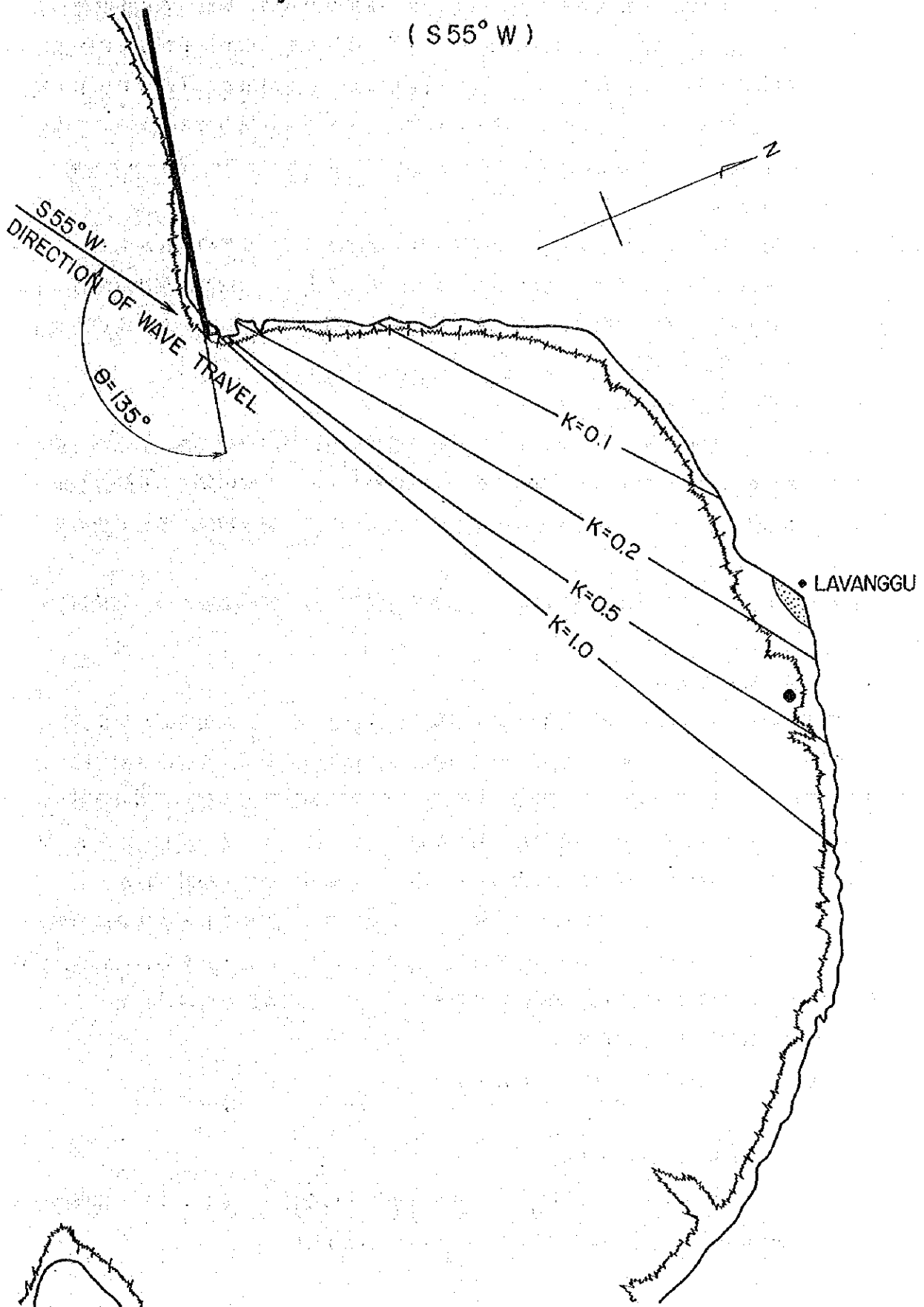


Fig-6.7 DIFFRACTION DIAGRAM
(S 55° W)



れる。なお、台風時のような異常時の施設の安全面で前述の台風時、波浪の推算が必要である。

港湾計画にあたって必要なバースの稼働率についての検討で本計画地に不利なSSE~SWの強風の発生頻度は現在までの資料からみると5%+ α とみることが出来る。 α はSE~Eの風、波についての発生頻度であるが、これ等は沖波々高で5~6m以上、風力で8以上の発生頻度で決定され、現在の所この値は非常に小さなものだろうと想定される。(fig-6.2-6.7参照)

b) 潮流、潮汐

当計画地の潮流の測定結果はバース建設予定地で漲潮時NE~SEの流れがあり、その流速は最大0.25m/secである。また落潮時は略この反対の流れに変わる。湾内の流況は漲潮時の測定ではあるが反時計廻りの潮流が測定された。また湾口部での潮流はS~SEからの流速約0.39~0.29m/secの潮流がある。

c) 基礎地盤の状況と棧橋構造

実施設計時には海上ボーリングによって基礎地盤状況の確認が必要である。今回の調査及び本島の地質一般概念から接岸施設棧橋の構造決定の資料とすることは困難であり杭打棧橋とするか、或は重力式(ケーソン)とするかの最終決定は海上ボーリング調査結果によって決めるべきである。

したがって、今回の検討は棧橋構造については杭打式及び重力式の2案について検討した。

6-2 港湾計画規模の決定

港湾計画を行なう場合、取扱い貨物量が品種毎に推定され、また対象船形が想定されると、次に問題となるのがバース数、泊地数等の港湾施設の規模決定である。今回の計画では年産600,000トンのアルミナ精造、80,000トンのリンカル生産に伴なり製品、副原燃料ならびに生活物資等の輸送のための取扱い数量及び対象船形については4-3で示した。なお、ここでは、工業製産品、取扱いの対象となる大型バースの取扱い能力について検討を行なう。

当港の建設によって、また島内道路の整備によって発生すると想定される森林資源の開発によって発生する木材の積出しは大型棧橋の反対側を利用することとし、また旅客、一般生活物資、漁船だまりは、小型船だまり内の岸壁を利用することとして、本検討から除外して考える。

1) 各取扱い貨物に対する荷役能力

大型バースで取扱われる貨物の荷役能力を次のように考える。

a) アルミナ及びリンカルの積込み

ローダーの能力を次のようにとる

$$(\text{ローダー公称能力}) \times (\text{機械効率} = 0.65) \times (\text{荷役効率} = 0.85) \times (\text{作業時間})$$

$$= 1,000 \text{ ton/hr} \times 0.65 \times 0.85 \times 20 = 1,1050 \text{ ton/日}$$

b) 石炭の荷揚げ

アンローダーの公称能力を500t/hrとし、他はローダーと同様に考えて

$$500\text{t/hr} \times 0.65 \times 0.85 \times 20 = 5,525\text{ton/日}$$

c) 荷性ソーダー, 重油, 軽油, ガソリンの荷揚

1,000t/hrとし、7時間/日稼働として7,000ton/日とする。

d) 雑貨の荷揚

1ギャング300ton/日 2ギャングとして600ton/日とする。

以上から各対象船型を次のようにとり、年間のバース専有日数を求める。この場合のバース稼働率は正確な自然条件の資料がなく算定困難だが第5章及び6-1に述べたことから、ここでは90%として検討する。また到着船舶数は貨物の積付率を90%として求めたものを使用する。

○アルミナ船 $\frac{30,000}{11,050 \times 0.9} \times 22\text{隻} = 66.36\text{日}$

○リンカル $\frac{10,000}{11,050 \times 0.9} \times 9\text{隻} = 9.05\text{日}$

○石炭 $\frac{10,000}{5,525 \times 0.9} \times 28\text{隻} = 56.3\text{日}$

○荷性ソーダー $60,000\text{ton} \div 7,000\text{t/日} = 8.6\text{日}$

○重油 $70,000\text{ton} \div 7,000\text{t/日} = 10.0\text{日}$
 ○軽油, ガソリン $3,000\text{ton} \div 7,000\text{t/日} = 1.0\text{日}$ } 6隻

小計 65隻 151.31日

平均接岸時間 $151.31/65 = 2.33\text{日/隻}$

雑貨を含む場合

○雑貨 $\frac{1,000}{600 \times 0.9} \times 24\text{隻} = 44.44\text{日}$

平均接岸時間 $151.31 + 44.44 / 65 + 24 = 195.75 / 89 = 2.20\text{日/隻}$

以上のデータから大型バース1基で取扱うとした場合の能力の判断、及び泊地の規模を次の考えのもとに検討する。

この検討に用いる記号とその数値は次のとおりである。またここでは雑貨を同一バースで取扱わない場合をCase1とし、同一バースで取扱う場合をCase2として検討した。

λ: 1日当りの平均船舶到着隻数

Case1のとき $\lambda_1 = 65/365 = 0.178\text{隻/日}$

Case2のとき $\lambda_2 = 89/365 = 0.244\text{隻/日}$

$1/\lambda$: 平均到着時間隔

Case 1 のとき $1/\lambda_1 = 1/0.178 = 5.618$ 日/隻

Case 2 のとき $1/\lambda_2 = 1/0.244 = 4.098$ 日/隻

μ : 1バースの1日の平均処理隻数(サービス率)

Case 1 のとき $\mu_1 = \frac{1}{2.33} = 0.429$ 隻/日

Case 2 のとき $\mu_2 = \frac{1}{2.20} = 0.455$ 隻/日

$1/\mu$: 平均接岸時間

Case 1 のとき $\frac{1}{\mu_1} = 2.33$ 日/隻 $< \frac{1}{\lambda_1} = 5.618$ 日/隻

Case 2 のとき $\frac{1}{\mu_2} = 2.20$ 日/隻 $< \frac{1}{\lambda_2} = 4.098$ 日/隻

P : バース占有率(利用率)

これは λ/μ で表わされる。 $1-P$ はバースの有休率となる。

Case 1 のとき $P_1 = 0.178/0.429 = 0.415$ $1-P_1 = 0.585$

Case 2 のとき $P_2 = 0.244/0.455 = 0.536$ $1-P_2 = 0.464$

つぎに、平均在港隻数を L 、平均待船隻数を Lq 、平均在港時間(港内にいる時間で入港から出港までの平均時間であり、バース待時間と接岸時間の和の平均時間) W 、平均待ち時間 Wq の間には次の関係がある。

$$L = \lambda W, \quad Lq = \lambda Wq$$

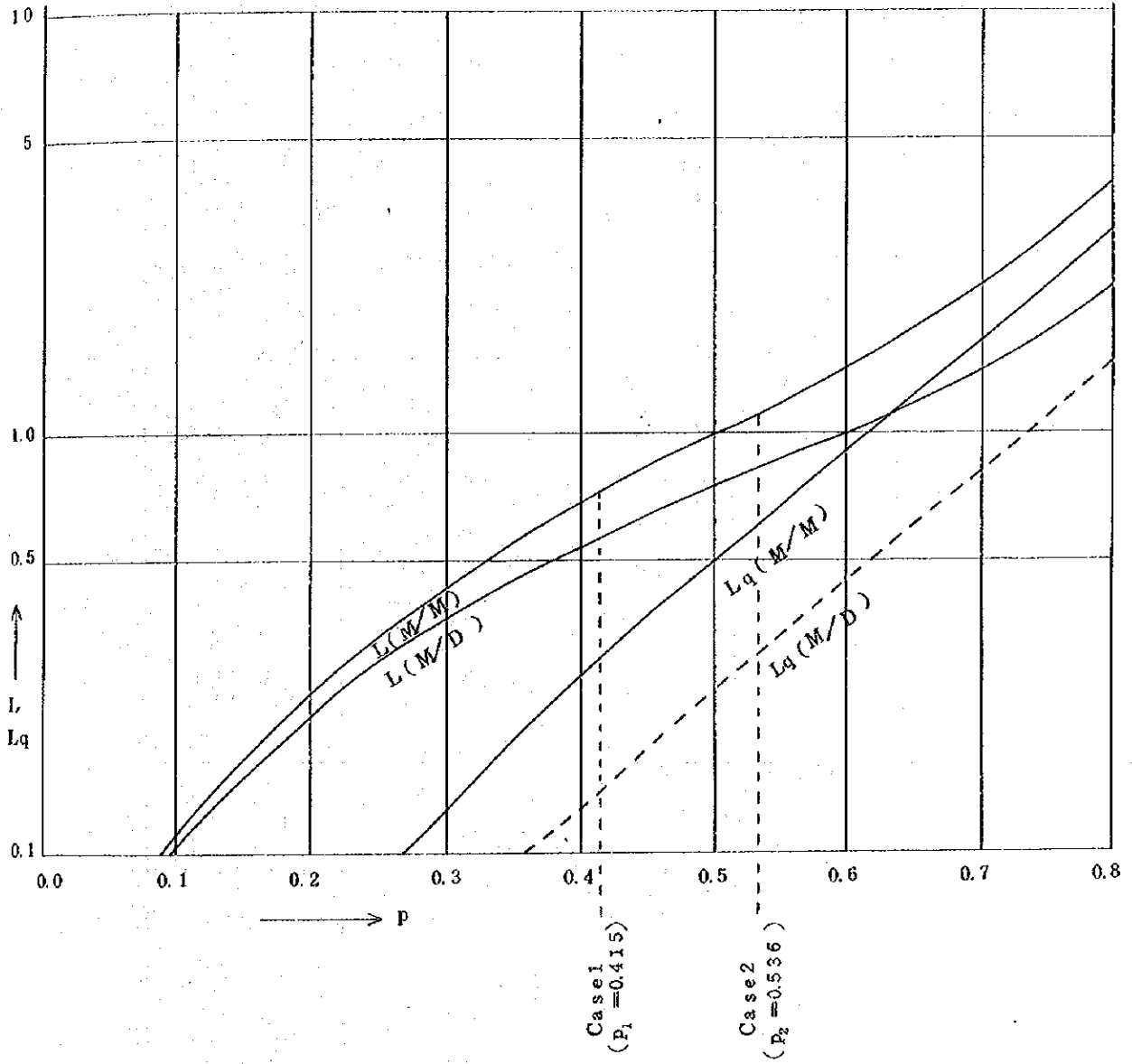
以上のことから、バース 1 基で前述の貨物を取扱う場合のバース、泊地等の規模を検討する。この場合、入港船舶の入港分布は指数分布(一定時間内の到着数がポアソン分布; 記号 M)を用い、接岸時間分布についてはフェーズ 2 または 3 のアーラン分布、または対数正規分布等何れも山が左側にずれている分布であることが確められているが、ここでは指数分布の場合と接岸時間が一定時間(レギュラー分布記号 D)の両極端の場合について検討した。これは在港時間の分布がフェーズ 2 または 3 のアーラン分布でない場合でも最悪この両者の間にあることは確実であると考えたからである。fig-6.8 にバースが 1 ヶ所である場合のバース専有率 P に対する平均在港隻数 L と平均待船隻数 Lq の関係をしめした。これから各 Case に対する L, Lq の値を求め次に平均在港時間 W 、平均待時間 Wq を前述の λ との関係式から求めるとつぎのとおりである。

求めた値の内、最初の数値が入港、接岸時間とも指数分布(アーラン分布)の場合、後の数値が入港は指数分布、接岸時間はレギュラー分布の場合である。

○ Case 1 のとき ($P_1 = 0.415$ $\lambda_1 = 0.178$)

平均在港隻数 $L = 0.72$ 隻 ~ 0.58 隻

Fig- 6.8 $p-L_q$, $p-L$.



平均在港時間 $W = 4.04$ 日 \sim 3.26日

平均待船隻数 $L_q = 0.30$ 隻 \sim 0.14隻

平均待時間 $W_q = 1.69$ 日 \sim 0.79日

Case 2 のとき ($P_2 = 0.536$ $\lambda_2 = 0.244$)

平均在港隻数 $L = 1.10$ 隻 \sim 0.84隻

平均在港時間 $W = 4.51$ 日 \sim 3.44日

平均待船隻数 $L_q = 0.62$ 隻 \sim 0.30隻

平均待時間 $W_q = 2.54$ 日 \sim 1.23日

つぎに港湾の滞船状況について各 Case の場合の確率を求め、泊地規模を決定する。
各状態の発生確率はグラフによって求めるがこれについては結果のみつぎにしめす。

表-6.4 Case 1 ($P_1 = 0.415$ のとき)

バース利用 状 態	M/M/1		M/D/1	
	q	$p=qn+1-qn$	q	$p=qn+1-qn$
I	0.585	0.585	0.585	0.585
II	0.820	0.235	0.895	0.310
III	0.929	0.109	0.975	0.080
IV	0.970	0.041	0.994	0.019
V	0.988	0.018	0.999	0.005

表-6.5 Case 2 ($P_2 = 0.536$ のとき)

バース利用 状 態	M/M/1		M/D/1	
	q	$p=qn+1-qn$	q	$p=qn+1-qn$
I	0.464	0.464	0.464	0.464
II	0.710	0.246	0.800	0.336
III	0.880	0.170	0.931	0.131
IV	0.920	0.040	0.979	0.048
V	0.959	0.039	0.993	0.014

上表中の各記号の意味は下記のとおりである。

バース利用状態で

I : バースが空いている状態、即ちバース遊休のとき。

II : バースに 1 隻接岸しているが待っている船の無い状態。

Ⅲ：1隻待っている状態，従って系全体では2隻いる状態。

Ⅳ：2隻待っている状態，従って系全体では3隻いる状態。

Ⅴ：3隻待っている状態，従って系全体では4隻いる状態。

M/M/1：は入港時間分布，在港時間分布とも指数分布で近似出来るものとし，バース1ヶ所でサービスするとき。

M/D/1：は上記同様であるが在港時間分布を一定時間分布（レギュラー分布）としたとき。

q：各状態の確率累積分布値

p：各状態の確率

表-6.4, 6.5に示すとおりバース1ヶ所でサービスする場合の各状態の確率を求めた。これから泊地1ヶ所を設けると(Ⅲ) Case 1の場合で92.9～97.5%，Case 2の場合で88.0～93.1%は正常に活動出来ることとなる。なお2隻が泊地に待っている状態の確率Ⅳは，平均的にCase 1の場合で3%，Case 2の場合で4.4%である。当地は湾内の水面積が広く，最悪の場合沖泊も出来るので泊地（繫船浮標泊地）1ヶ所を設けることで計画する。

6-3 港湾施設および附帯施設計画

これまでに検討したことを考慮して本港の施設について，その規模，形状等について次のように計画する。

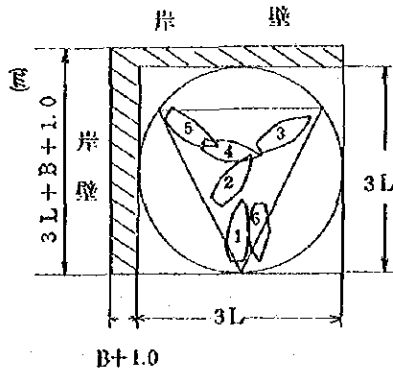
(1) 大型船繫留施設 1基

最大対象船舶	30,000D.W.T
満載きつ水	10.3 m
所要水深	12.0 m (余裕水深 1.7 mを採る)
タイプ	栈橋タイプ
所要バース長	230 m
栈橋長	180 m
栈橋巾	26 m
網取ドルフィン	1基
陸上ボラード(直柱)	1基
栈橋上 曲柱	8基
ローダー・アンローダー用走行レール	1式

(2) 小型船繫留施設と操船水面

小型船の繫留施設は，次に述べる防波堤で囲まれた中に設け船まわし場（操船水面）も，この防波堤内で出来るように計画した。

船が自力回頭する場合の操船水面は次図のように船長の3倍、ひき船を利用するときは2倍が標準である。



フェリーの船長 (L) = 42 m , 巾 (B) は 10 m であるからこれから小型船防波堤内の寸法は、

$$3L + B + 1.0 \text{ m} = 3 \times 42 + 10 + 1 = 137 \text{ m}$$

とする。小型船の繫留バースは次のようにとる

岸壁 水深 - 4.0 m 延長 60 m フェリー

〃 水深 - 4.0 m 延長 120 m 引船, その他, 小型船

(3) 防波堤

小型船の繫留施設を囲むようにして延長 95 m の捨石タイプによる防波堤を建設する。

(4) 繫船浮標泊地

大型船を対象とした浮標泊地 1ヶ所を大型船繫船棧橋の前面に設ける。

(5) 航行補助施設

灯台 1基 小型船泊地防波堤先端部

灯浮標 1基 大型繫船岸前面

(6) 港湾用地埋立造成

大型船棧橋背面及び小型船繫留施設背面を山側まで面積約 5,2400 m² を埋立て造成する。これ等の用地はアルミナ製品のサイロ, 石炭のストックパイル, 野積場, 倉庫及び道路用地として利用する。

埋立護岸は捨石タイプとし捨石用材は本島で採取可能な硬質石灰岩を利用せざるを得ないが, 沈下に対して補修容易な構造とする。

また埋立地の地盤高さは一般にさく整平均高潮位に偏差を加え, これに埋立地の排水, その他の条件を考慮して決定するがここでは DL + 3.0 m とする。

(7) 道路

港湾へのアプローチ道路は本報告書の道路計画で述べるのでここでは港湾用地内の道路として延長約 1.0 km, 幅員は 7.5 m, 15 m とし, 当面砂利道 (コラルリーフロック) とする。

(8) 上屋その他建物

本港で取扱われる企業活動以外の一般雑貨用の荷さばきのため 1,500 m² (30 m × 50 m) 1棟を設置する。

また港湾用地内に管理事務所, 税関, 労務者詰所, 救護所, ポンプ室, 倉庫等, 港湾管理運営に必要な建物を設ける。

(9) 給水，給電，照明設備等

給水設備（給船給水を含む），排水設備，変電所，電話，その他通信設備，防火設備，フェンス等港湾に必要なサービス設備を完備するものとする。

(10) 荷役機械

本港に設備すべき荷役機械はおおよそ次のものが考えられる。

コンベア	巾 1,400%	長さ約 500 m	アルミナ，リンカル用
コンベア	巾 1,200%	長さ約 300 m	石炭用
ローダー	能力 1,000 t/h		アルミナ，リンカル用
アンローダー	〃 500 t/h		石炭，雑貨
フォークリフト	約 10 台		雑貨用

(11) 曳船

本船の離接岸の便のため 1,000 HP 程度の曳船 2 隻を用意するものとする。

6-4 施工計画

港湾施設の建設について，各工種の施工方法の概略について述べることとする。

(1) 用地造成工事，数量と施工法

埋立面積	52,770 m ²
護岸延長	570 m
埋立必要土量	net 197,900 m ³
造成地盤高 DL	+ 3.0 m
原地盤平均高 DL	- 0.3 m

埋立造成工事に用いる土砂は背後地の地山を切崩し（風化石灰岩）でこれにあてる。埋立工事は陸側よりダンプ・トラックにより撤出す。埋立護岸は本島で採取できる硬質石灰岩を用いた捨石堤とし，この施工は陸側埋立と併行してダンプ・トラックにより捨込み，ある程度埋立に先行して行なう。

(2) 小型船繫船岸の施工

小型船繫船岸（- 4.0 m）延長 280 m はコンクリートブロック式として埋立地内の適当な場所（大型繫船岸取付部背後）にブロックヤードを設け，ブロック製作の上クレーン船で吊上げ所定の形状に積上げ施工する。

(3) 大型繫船棧橋の施工

大型繫船棧橋の構造を杭式の場合と，鉄筋コンクリート・ケーソンを棧橋の脚柱として利用し，その上に鉄骨のガーダーを架設したタイプについて検討したが，その各々の場合の施工方法

はつぎのとおりである。

○杭打タイプの場合

海上作業台 (SEP) を用いて杭打を行なう。これは海底地盤の状況からドリリングの費用が考慮されたからである。

杭打完了後は一般の栈橋同様に鉄筋コンクリート上部工の施工を行なう。

○ケーソンタイプの場合

ケーソンの製作は最大積載荷重 5,700 ton のフローティングドックを利用し 12m×12m×14m (巾×長さ×高さ) のケーソン 22 函を製作し 海に仮置の後、所定の場所へ曳航据付ける。上部工はケーソン据付後、場所打にて施工する。

以上の外、ローダー、アンローダーのレール取付、防舷材、繫船柱の取付を行なう。

杭打式栈橋の場合は繫船用ドルフィン及び渡り栈橋を建設するがこの杭打については栈橋と同様に施工し上部コンクリートの打設、鉄骨渡り栈橋の架設を行なう。

(4) 防波堤工事施工

捨石式防波堤 延長 170 m

この施工は、陸側よりダンプ・トラックにより捨石を徹出すとともに潜水夫を用いて捨石均し、及び被覆石の均しを行なう。上部工は無筋コンクリートとし現場打にて施工する。

(5) 浚渫工事

小型船泊地内の浚渫	25,500 m ³) 計 82,200 m ³
大型船繫船施設前面	56,700 m ³	

この浚渫はグラブ浚渫船によって行ない、浚渫したコーラルリーフロックは約 300 m 離れた水深 20～30 m の海底に捨土する。

(6) 工程計画

以上の各工事及びその他の附帯工事についての作業工程計画を表一 6.6 にしめす。

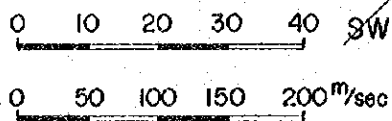
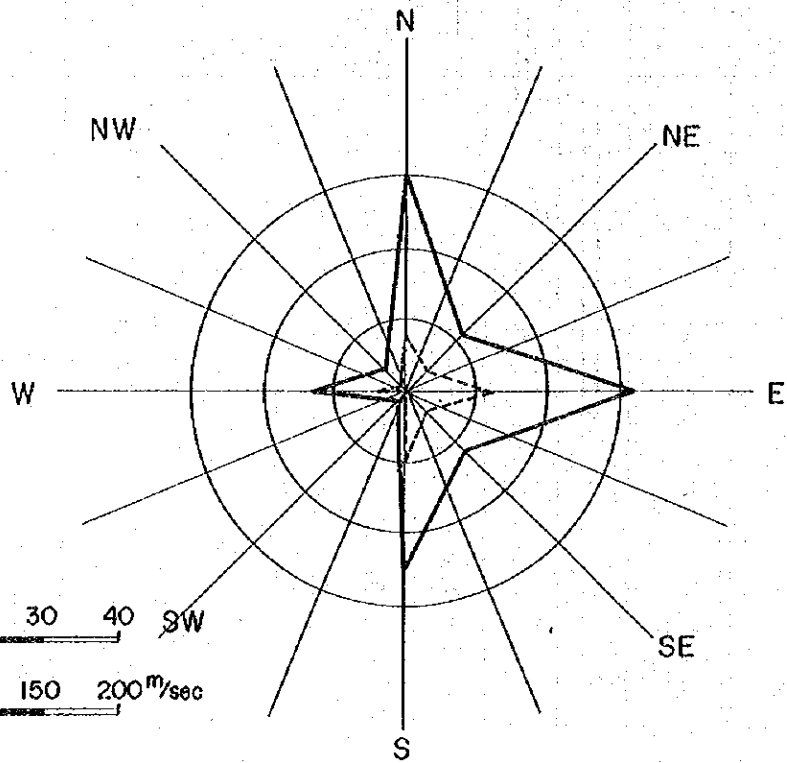
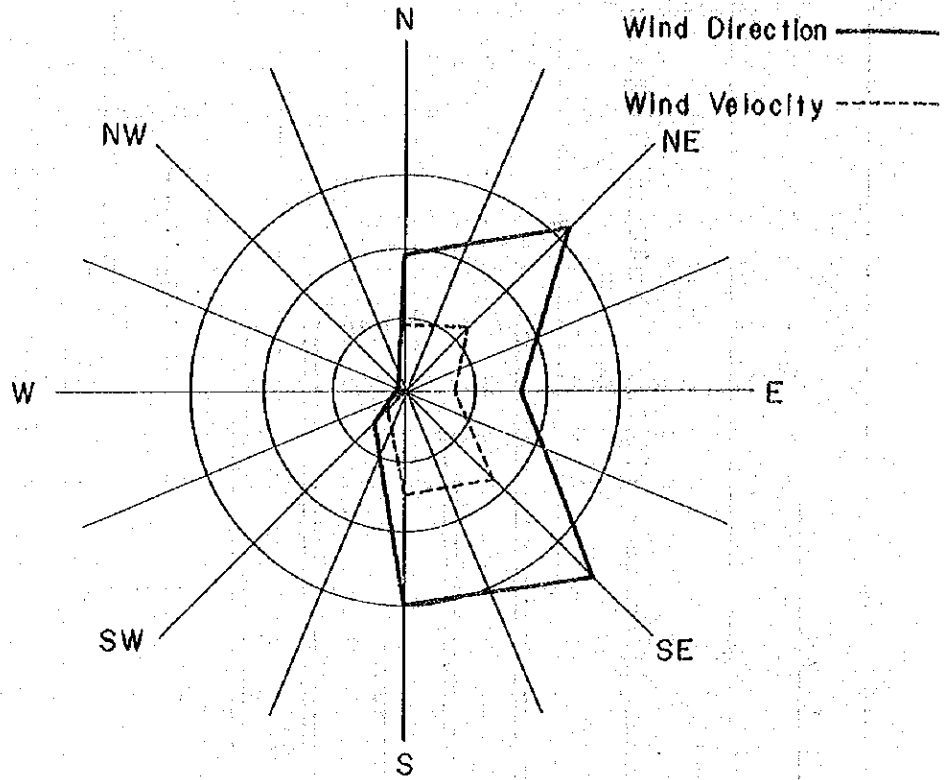
当初約 8ヶ月は詳細調査、実施設計にあて、準備工事を含む建設工事は約 20ヶ月を要する。

その他の工事としては荷役機械の据付け、附帯施設等であるが、これ等に約 12ヶ月を要し全体工期としては約 36ヶ月を要する。

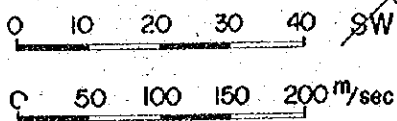
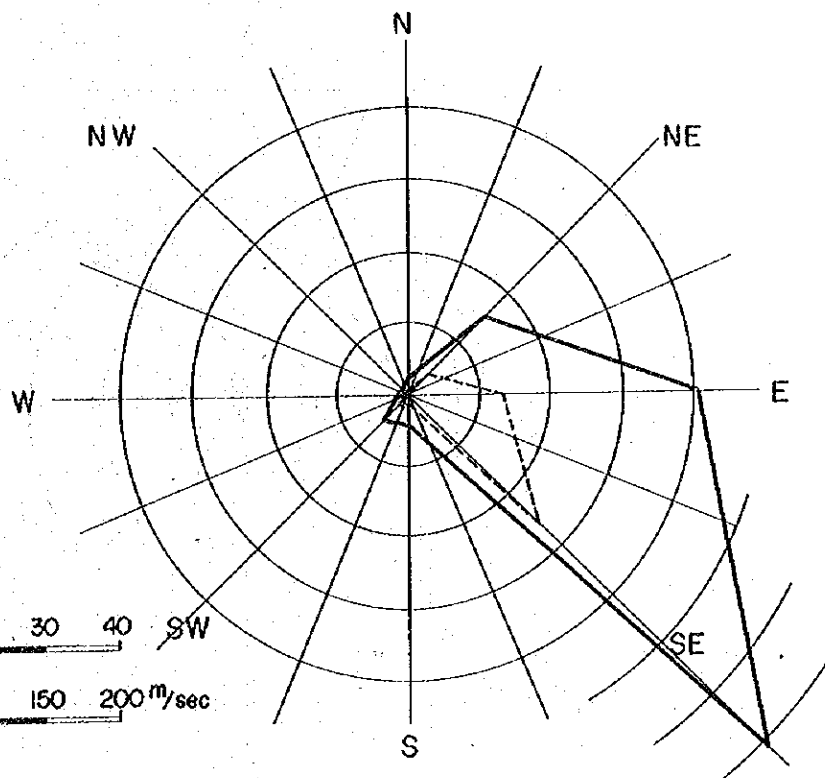
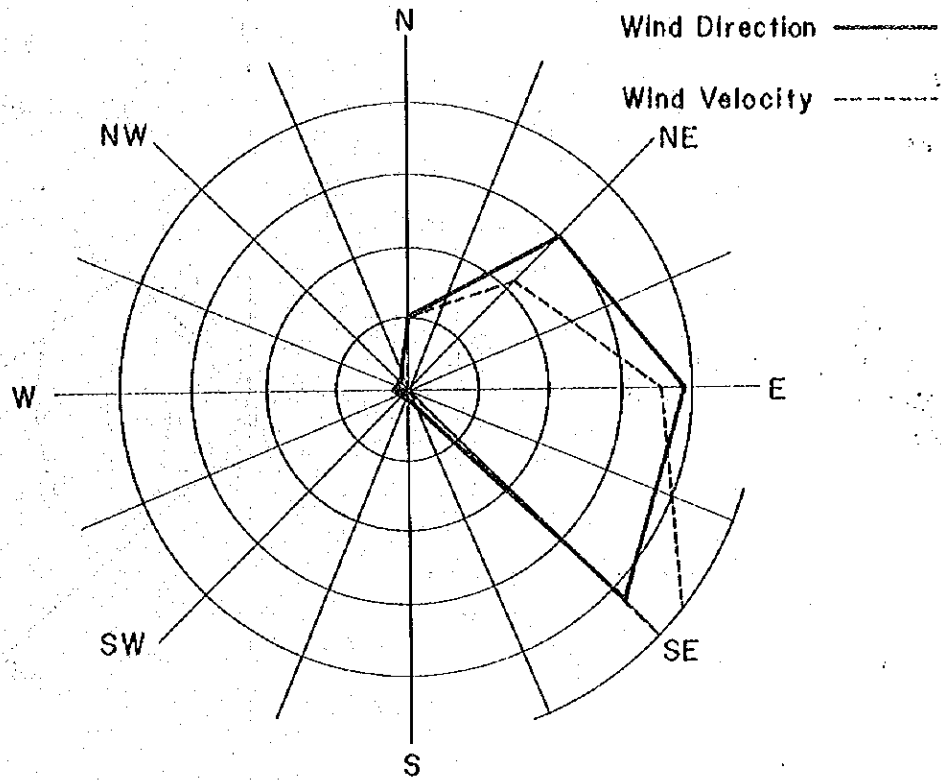
表-6.6 工事工程表

工種	月																								備考
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1 準備工																									
2 埋立工																									
3 荷役機械工																									
4 塗装工																									
5 小型給岸壁工																									
6 防波堤工																									
7 繫船浮標等設置																									
8 その他附帯工																									
9 荷役設備等																									
10 雑工																									

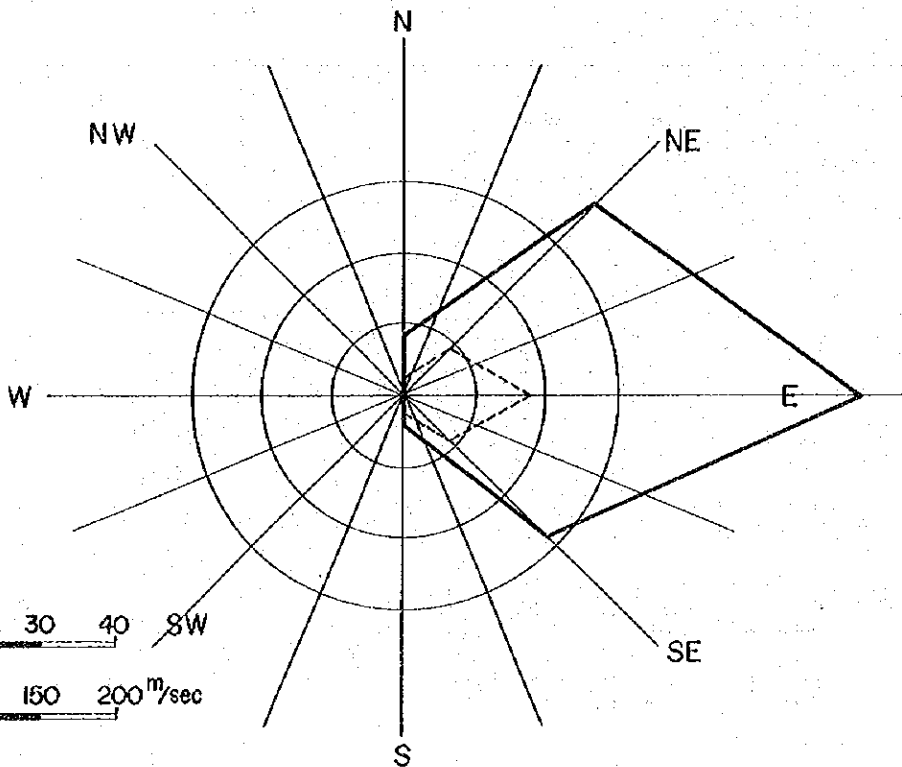
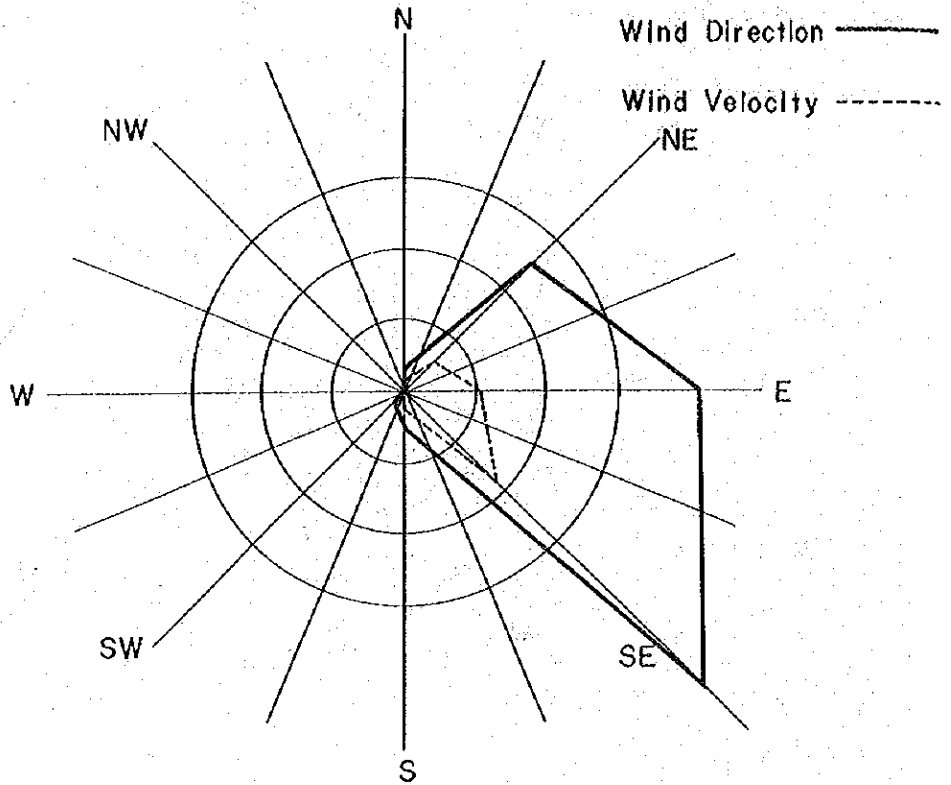
(REFERENCE - I) Wind Rose



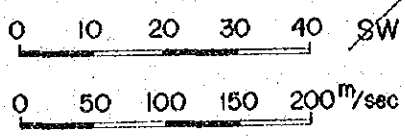
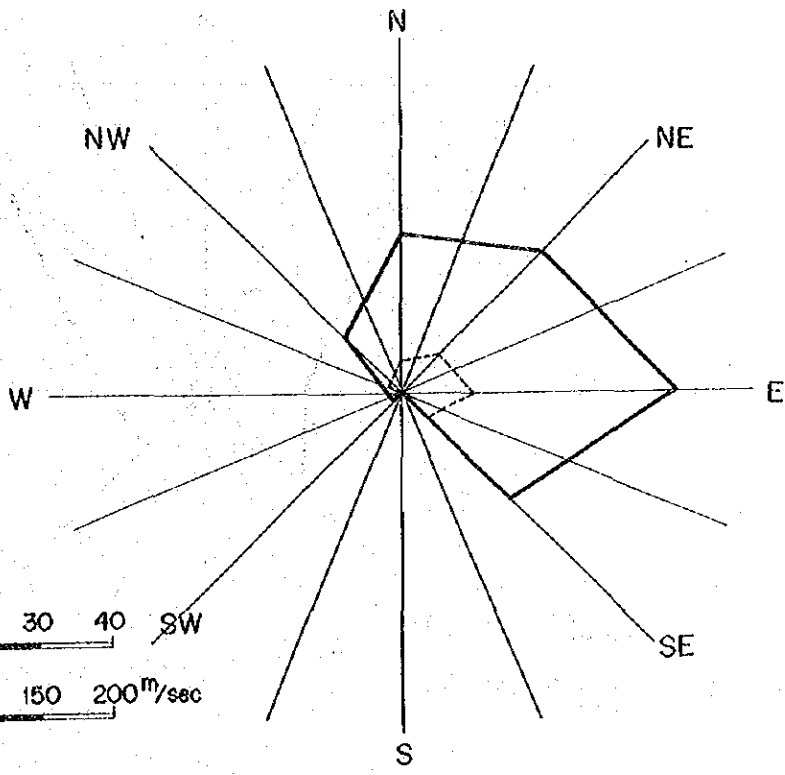
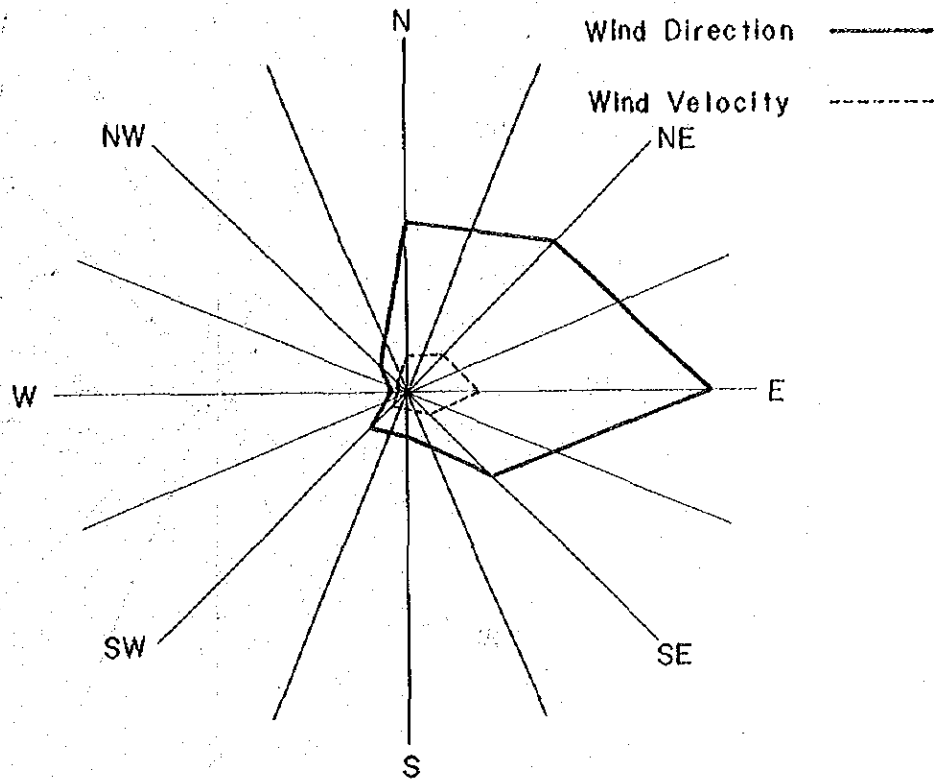
(REFERENCE-2) Wind Rose



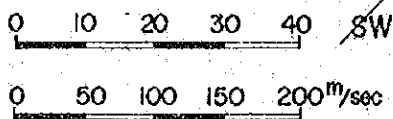
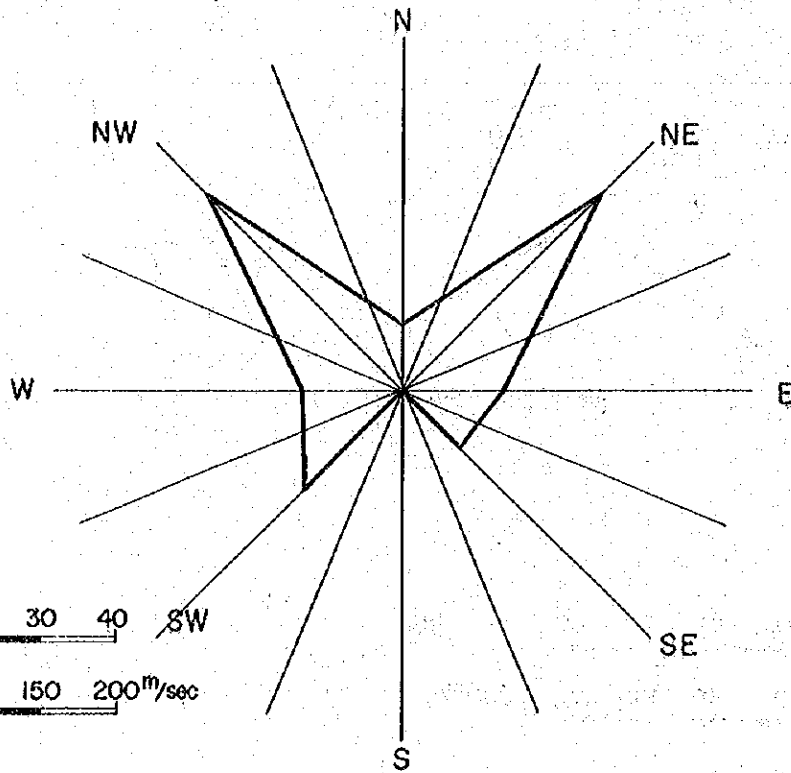
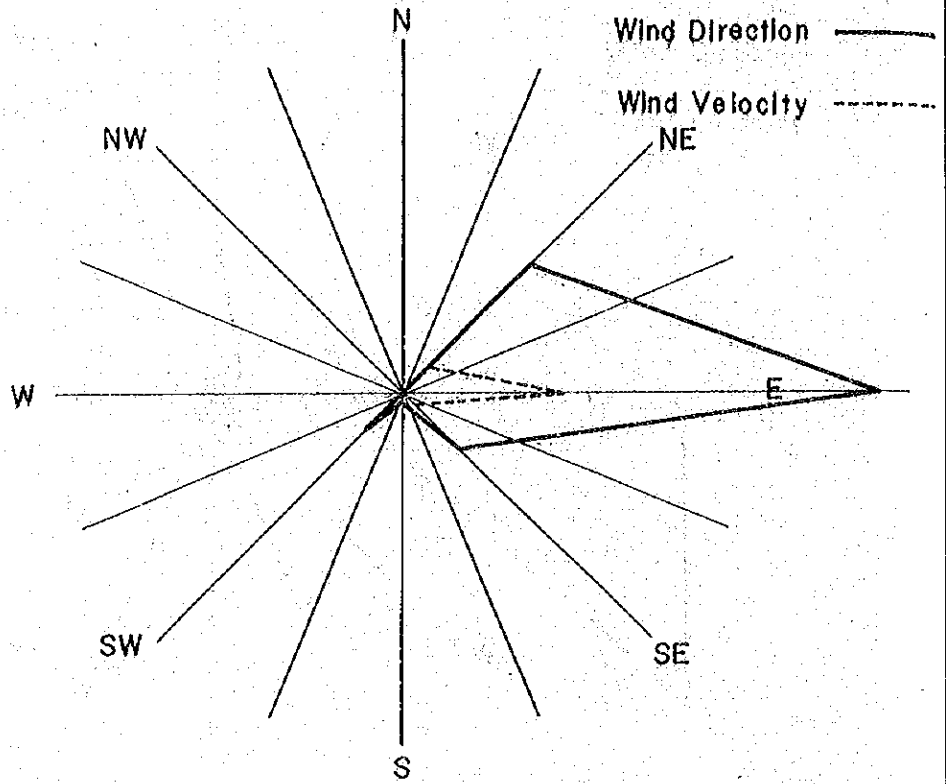
(REFERENCE - 3) Wind Rose



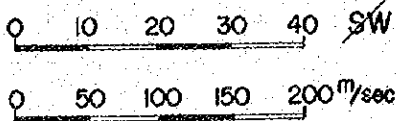
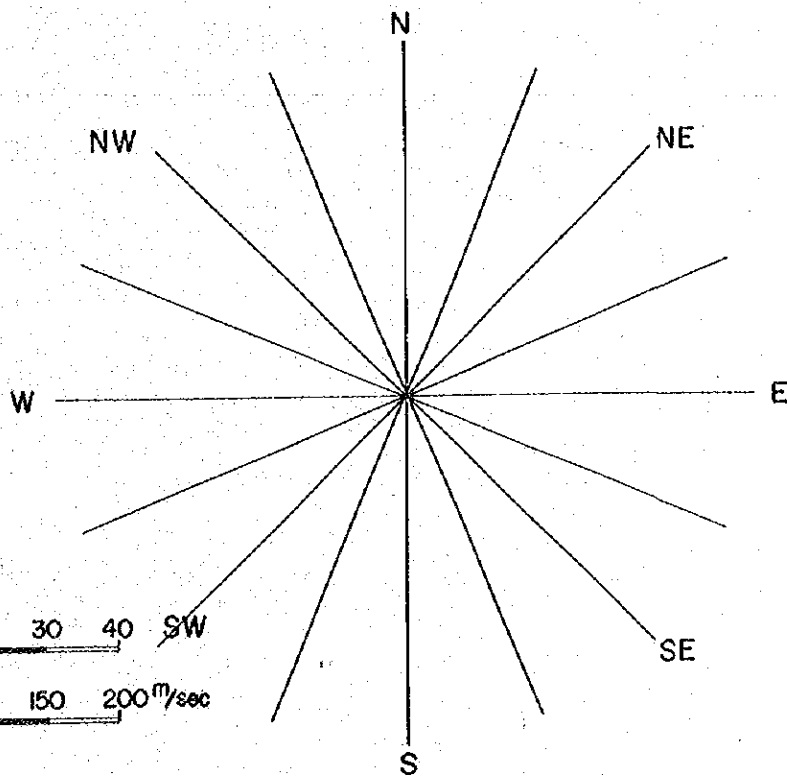
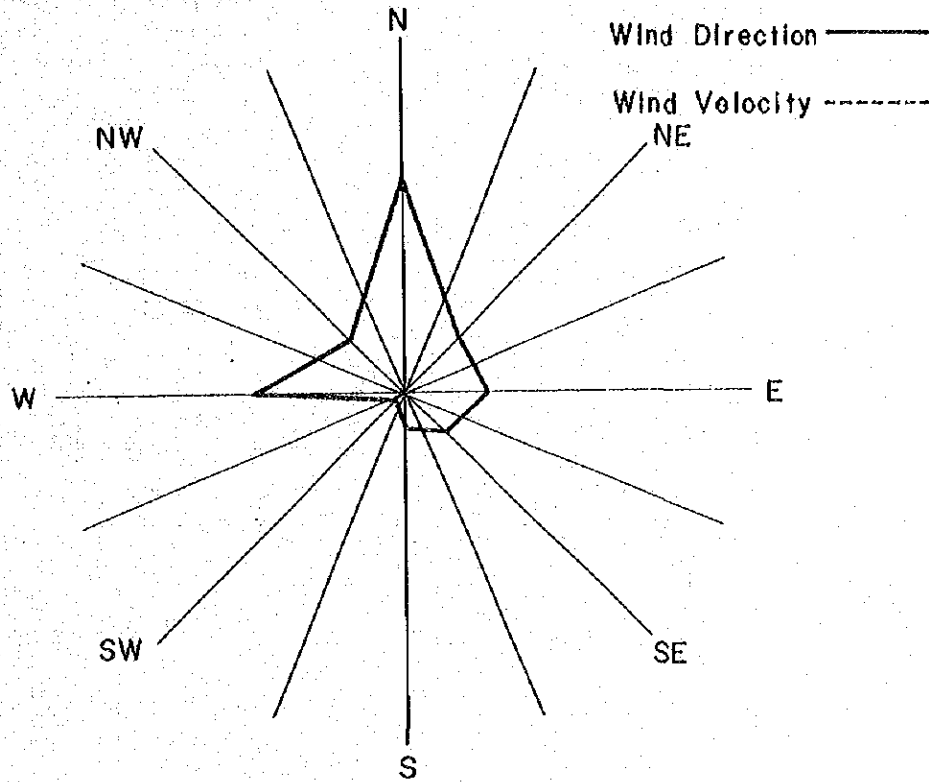
(REFERENCE-4) Wind Rose



(REFERENCE-5) WIND ROSE



(REFERENCE-6) Wind Rose



THE AMERICAN RED CROSS



● 第7章 対象プロジェクトの工事費の検計

●第7章 対象プロジェクトの工事費の検討

7-1 事業費見積りの前提条件

用地造成費を含む港湾施設の事業費は直接工事費及び間接工事費、一般管理費としその内訳は次のとおりである。なお工事費積算には、必要な建設資機材・労務者等のうち、現地で入手出来るコンクリート用骨材・現地人、人夫の他は総て日本で手配し、輸送の上建設にあたることで計画した。なおそれ等の資材単価、労務費は1975年の単価によって算出したものである。

7-2 パース建設費及び附帯施設建設費

(1) 直接工事費

1) 港湾用地造成費	52,770 m ²	412,283 千円
2) 棧橋取付護岸 タイプ1	40 m	41,177
" 2	24.5 m	22,454
" 3	37.5 m	29,487
小 計	102 m	93,118
3) - 4.0 m 岸壁工事	234 m	156,646
4) - 4.0 m フェリー埠頭	72 m	93,205
5) 防波堤工事	180 m	151,451
6) 荷役棧橋工(大型埠頭)	180 m	1,082,700
7) 渡り棧橋工	30 m	8,760
8) 繫船ドルフィン工	1基	25,925
9) 浚渫工事	82,196 m ³	254,808
10) 繫船浮標工	1式	60,040
11) 防蝕, 塗装工	1式	90,000
12) 給, 排水設備工	1式	25,000
13) 道 路	1,000 m	13,000
14) その他(防火設備, 電話, フェンス, 照明)		30,000
15) 共通機械費		285,360
計		2,782,296

(2) 間接工事費

1) 回航運搬費	1,386,025
2) 仮設棧橋工	8,600

3) 測量台工		9,100
4) 現場経費		303,200
計		1,706,925
3. 一般管理費	1式	635,779
計		635,779
4. 調査, 測量, 設計費 (5%)		256,000
計		256,000
合計		5,381,000

● 第 8 章 港湾施設の経済評価

●第8章 港湾施設の経済評価

8-1 経済評価の考え方

一般的な港湾施設の計画の評価には費用便益理論に基づく費用便益基準が用いられる。

即ち、一般的な港湾投資の便益は、輸送費用の軽減新たな取扱い貨物量の増加に伴う収益であり、維持管理費を含む投資額を費用として経済効果が測定される。しかし輸送費用軽減額の算定にあたっては、レンネル島は孤立した島で、しかも島内には全く港湾施設がない現状であるため、ここでは港湾施設がない場合、即ち沖荷役による場合との荷役費用の差額を便益額として評価を行った。

8-2 費用

本港の各施設に対する総建設費は5,757,671千円である。この中にはベルトコンベア、ローダー、アンローダーのコストを含んでいない。これについては荷役費に当然影響を与えるものであるが、総額に対する比率が小さいこと、また沖積するにしても、幾分かの施設費用が発生することから、その差は僅少なものと考えられるので無視することとした。

本港の建設を3ヶ年で行うものとし、各年の投資額をつぎのとおり計画した。なお建設利息を7%とした。

年次	投資額(千円)
1	632,268
2	1,783,802
3	3,341,601

また、年間の移持費、補修費をつぎのとおりとした。

管理者人件費	1人	5,000(千円)
施設操作監督	3人	12,000
作業員その他	20人	40,000
その他経費	1式	10,000
計		67,000

補修費は投下資本の0.5%を見込み30,000千円とする。

したがって年経費を97,000千円とする。

8-3 便 益

前述の便益の種類に応じ下記の通り検討する。

(I) 海上輸送費の軽減

海上輸送費の軽減は荷役コストの軽減が考えられソロモン諸島における既設港湾の荷役の実態、およびそのコストについての調査、ならびに資料の入手は出来なかったため、日本における輸出貨物の荷役費から算出してみることにした。

1975年の日本における輸出貨物に対する荷役料金は次表に掲げるとおりである。

(円/トン)

	船 積 み		陸 揚 げ	
	はしけ回送	岸壁積み	はしけ回送	岸壁揚げ
基本料金	2665	1810	2669	1636
はしけ内荷捌料金	140	-	140	-
その他料金	1220	820	1180	780
船積事務作業費	603	599	395	390
合 計	342020	2491	321580	203380

以上からはしけ荷役の場合と接岸荷役の場合の料金の差額は下記のとおりとなる。

船積みの場合 $\frac{\text{円}}{929.20}$ /トン

陸揚げの場合 $\frac{\text{円}}{1,182.00}$ /トン

これから当港における年間の取扱い貨物量はつぎのとおりであり、ここではこの取扱い貨物量が施設完成後一貫して取扱われるものとして便益額を算定する。

年間取扱い貨物量

	品名	数量(トン)
積荷	アルミナ	600,000
	リン酸カルシウム	80,000
	計	680,000
場荷	石炭	250,000
	苛性ソーダ	60,000
	重油	70,000
	軽油, ガソリン	3,000
	雑貨(生活物資)	25,000
	計	408,000

この取扱い貨物に対する荷役費の軽減額は次の通り算定される。

$$\text{船積費の軽減額} \quad \text{¥} \quad 929.20 \times 680,000 = 631,856,000$$

$$\text{陸揚費の軽減額} \quad \text{¥} \quad 1,182.00 \times 408,000 = 482,256,000$$

$$\text{合計} \quad \text{¥} \quad 1,114,112,000$$

(2) 輸送量増加による便益額

今回の場合、新規事業計画による発生貨物量のすべてを対象とすべきかもしれないが、港湾建設によって新たに開発が予想される本島の木材資源の開発、漁業振興による鮮魚の輸送など、開発の時期、定量的な把握が困難なため、便益検討には含めないこととした。

(3) 滞船料軽減

はしけ荷役の場合の荷役能率は大きくみても1日10時間稼働として約1,800t/日とみなされる。これに対して接岸荷役は同じように1日10時間としても5,000t/日である。

平均船型は12,800D.W.Tであり、在港日数の差は

$$\frac{12,800}{1,800} - \frac{12,800}{5,000} \div 4 \text{日}$$

したがって滞船料を¥100/D.W.T/日とすると年間のそれは

$$12,800 \times \frac{\text{トン}}{\text{トン}} \times 100 \frac{\text{円/トン/日}}{\text{日}} \times 85 \times 4 = 435,200,000 \text{円}$$

となる。

(4) 土地使用料

港湾用地として52,770㎡の埋立造成を行なうが、この用地の使用料も便益額として計上出来るものである。

しかし、レンネル島の地価、借地料等非常に低額であり、ここでは考慮しなかつた。

(5) 合計便益額

海上輸送費軽減額(荷役費)	1,114,112	千円
滞船料軽減額	435,200	
計	1,548,312	

(6) 経済効果の測定

以上で求めた、費用、便益額から港湾施設の耐用年数を20年として、また、年間取扱い貨物量も、施設完成後一貫して行われるものとして投資回転率、費用便益比率、投資所得比率を以下のように求める。

名 称		金 額	備 考
投 下 資 本		5,757,671	(A)
便 益 額 (年)		1,548,321	(B)
償 却 計 画	耐 用 年 数	—	20年 (C)
	償 却 総 額	5,757,671	(D)
	償 却 年 額	287,884	(E)
年 経 費	割 引 率	403,037	0.07とする (F)
	人 件 費	67,000	(G)
	補 修 費	97,000	(H)
	年 経 費 計	567,037	(I)
年 支 出		854,921	(E+I) (J)
超 過 便 益		693,391	(B-J) (K)
国民所得増加額		1,163,428	(F+G+K) (L)
投資回転率		26.9%	B/A (M)
費用便益比率		18.11%	B/J (N)
投資所得費率		20.2%	L/A (O)

以上算定したとおり投資回転率、費用便益比率、投資所得比率ともに高く港湾の投資が有利であることを示している。

8-4 開 発 効 果

港湾施設が整備されることによってもたらされる諸々の効果は、経済効果として定量的に測定出来るものと、それが困難なものがあり、ここでは後者についてアルミナ開発以外の他の産業の開発、また民生に与える影響について、可能性と効果について推論してみる。

(1) 今後開発可能な産業

ソロモン諸島の産業はコブラを主とする農業と、熱帯雨林による林業が主体で、近年漁業関係に力を入れ水産加工が進められつつあり、首都ホニアラには日本の水産企業の進出もある。

レンネル島については1974年発表による森林資源は13,000ヘクタールに300,000 m^3 の木材資源が確認されている。本島における天然林の材種は明らかでないが一般的には他の諸島のそれに対して材質的に劣るとされている。

しかしソロモン諸島における有用樹種は一般的に硬くロータリー剥ぎ、合板用材・家具・建築材として日本への輸出がなされており、また人工造林の計画も進められていることから十分開発の可能性ある産業とみなすことができよう。

つぎに漁業については、その現状は原始的な補漁があるのみで、現住民の食糧に供されている程度である。

以上の林業、漁業が今後開発されるべきものとみなされる。

(2) 港湾開発に伴う効果

1) 生活物資の安定供給と生活の向上

本島開発に伴う住民所得の増大とともに、生活関連物資の購買力に応じ、それが安定供給され、生活の向上が計られる。

特に食糧、衣類、住居とも、首都ホニアラと比較したとき、レンネル島の現状からこれらの変化は非常に大きいとみられる。

ii) 他産業の開発効果

a) 林 業

港湾、道路の新設、改良によって、本島に存在する300,000 m^3 の木材資源の開発が可能となる。

このため、伐開・集材に必要なブルドーザー、トラクタ等々の搬出機材の整備が必要である。

木材資源は、15年単位で生長するものとして、月間搬出量を2,000 m^3 程度とみなすことができ、輸出額は10,000千円/月(F. O. B)が見込まれる。

b) 漁 業

人口の増加に伴う鮮魚の需要は明らかに増大するものであり、近海漁業の伸びは当然

計らなければならない。しかし大掛かりな水産加工等は現在ツラギにその水産加工場があり、これら漁船の避難港としての利用が考えられ、安全操業が期待される。

Ⅲ) 交通の利便に伴う効果

現在は週1便の航空機および約2ヶ月に1回の割合で不定期に就航している政府の船によるホニアラの海運がある。

本港の新設と、人口の増加に伴う人の移動の増加は確実に定期船の就航が可能となり、首都ホニアラの経済圏に包含されることにより直接・間接的に生活の向上が計られる。

Ⅳ) 船舶航行の安全性の確保

現状は港湾施設がないため、不定期船の停泊はリーフの沖合いになされ、旅客、生活物資の船積卸しはボート、カヌーによる沖荷役を行っている。

このため、荷物の損傷ならびに危険性を伴っており、これが改善されるとともに本船の入港・停泊時の安全性が確保される。

● 第9章 道路計画の背景と概要

●第9章 道路計画の背景と概要

9-1 レンネル島の道路計画の背景

(1) 位置地勢

レンネル島は南太平洋，ソロモン群島の中の1つで，ガダルカナル島の南方約180km（南緯11°40′，東経160°20′）に位置し，北西-南東方向に約80km，巾約10kmの隆起珊瑚礁で島の東半分は半淡水湖で占められ，陸地は熱帯雨林で覆われている。河川は全くなく降った雨は地表面より地下へ浸透している。島の周囲は約100m程度の断崖をなし，内陸部は緩やかな盆地状地形をなしている。

(2) 交通

従来，レンネル島へはガダルカナル島のホニアラから2ヶ月1往復程度の不定期船便があるだけであったが，昭和44年ボーキサイト探鉱の際巾80m，長さ800mの滑走路が建設され，昭和47年初めから週1回の定期航空便（5～6人乗りホニアラ空港より約1時間）が開設された。

島内には道路といわれるようなものはないが，ボーキサイト探鉱のため建設された道があり，空港よりラバング部落までは農耕用トラックにて行くことができる。

(3) 気候，風土

レンネル島はソロモン群島の大多数の島々と同様に四季の変化に乏しい高温多湿の気候を示す。昼間の気候は年間を通じ30℃を越え，雨期，乾期の別もはっきりとせず，年間雨量は3,000～4,000mmに及び時に月間600～800mm程度の降雨量を見ることがある。

レンネル島には約1,300人の住民がいるが，メラネシア圏としては珍しく，すべてポリネシア人である。住民のほとんどは従順なクリスチャンで，ポリネシア民族特有の快活さと開放性をもっており人なつっこい。

日常使用する言語はポリネシア語であるが，若者の多くは“Pidgin English”または英語を話すことができる。

住民は島の内陸部に点在する水のある洞くつ（Cave）周辺で彼等の耕作の場であるGardenの近くに部落を作ってタローヤム，サツマ芋などの芋類と椰子の実を主食として生活している。

9-2 地域開発の動向と交通発生源

レンネル島の持つポテンシャル（人口，農業，林業，鉱業）に対し，現在の交通量は既に述べたように，島に道路と称されるものはなく，ボーキサイト探鉱中に建設されたチンゴア-ラバ

ング間のトラクター道と密林を縫って通る現住民の間道のみである。

将来の交通の推計にあたっては、この島の将来の開発の方向を知ることが重要である。

現在は自給自足の農業があるが、これも肥沃な土地ではなく、農業に適する土質の部分も少なく、農業には余り期待することはできない。

また島全体が熱帯雨林に覆われ、ソロモン政府の調査では300,000m²の森林資源が未開発のままである。

同政府は林業政策を1968年に決定し、天然林は国民全体の富の重要部分として森林及び林地の全経済的潜在力を開発する。このため私企業、国際ローンファンドによって集約的な人工造林投資を進める方針であるので、将来林業の発達は大いに期待できる。この他、近海は漁業資源に恵まれているので漁業の基地としても多少期待できよう。

しかし、農業、漁業等は地域経済発展の核とはなりえないので、レンネル島の将来はアルミナ開発とこれにともない二次的に開発される林業にかかっている。

今後の交通需要を発生させる要因として、

- a) アルミナ開発計画の推進による工業化
- b) 森林開発、天然林の伐採、パルプ用材の植林開発
- c) 農業、漁業の発達
- d) 都市化による生活必需品の増加
- e) 人口の移動、生活拠点の整備

等が想定される。

9-3 将来の交通量の推計

(1) 推計方法

推定の対象となる交通量は

通常交通量（現道を利用している交通量）

開発交通量（アルミナ開発、森林開発）

転換交通量（他の道路、他交通機関からの転換）

誘発交通量（地域経済への波及効果によって発生）

であるが、転換交通量は現在道路もないので省略する。また、通常交通量についても徒歩による交通が主体であり省略する。

開発交通量についてはアルミナ開発に直接関連する交通と森林開発に関連する交通量、生活に関連する交通量とに区分して推計する生活交通はタウンに対する食料他日常生活物資の供給に伴って発生する交通量と島内居住人口の買物娯楽目的による交通量が含まれる。

(2) 開発交通量の推計

アルミナ開発のステップを工事準備から操業に至るまでの過程を次のように設定すれば、

- 1977年 開発計画スタート
- 1978年 工場建設着手
- 1981年 採掘、アルミナ操業開始

交通の流れのパターンとしては、アルミナ開発によって発生する交通のうち、対象道路に関連するものは次の3つである。

- 港 ~ 工場
- チンゴア ~ 工場 (ラバング)
- 工場 ~ タウン

ただし、アルミナ他、産品は工場から港までパイプ流送される見込であり、対象となる運搬貨物は原材料の陸上げ輸送とボーキサイト及び石灰石の運搬が対象となる。

(3) 直接関連する交通量

a) トラック交通量

1977年から1980年までの開発期間中に工場まで運び込むべき資材は初期建設機械、アルミナプラント設備採掘用諸機械付帯施設、都市、その他建設用資材等であるが、これ等の総トン数を正確に推定することは困難であるが、港に陸上げされる量を年間約60,000トンと推定し、トレラー、大型トラックで工場、タウンへ運搬するとすれば、対象道路に発生する交通量は次のようになる。

ただし、船舶にて輸送、陸上げされる為一時的に発生するが、平均化して運搬するものとするれば、建設期間中の交通量(1978-1981年)

区 間	交 通 量
港 - 工場	32(往復) $60,000T \div 200日 \div (12トン \times 0.8) = 32回$
工場 - タウン	10(#) $90T \times (12トン \times 0.8) = 10回$
タウン - チンゴア	50T $\times (12トン \times 0.8) = 6回$

操業時(1981年以降)

操業開始後に必要な燃料、部品材料、食料品他生活資材は船舶にて港に陸上げされ運搬されるものとする。

操業時の主要資材を次の通り推定すれば、

- 港 - 工場間

石 炭	250,000T
苛性ソーダ	60,000T
その他資材	20,000T
計	330,000T

チンゴア-工場間

ボーキサイト	1,510,000T
石 灰 石	250,000T
計	1,760,000T

交通量は

区 間	交通量
港 - 工場	115 (往復) $330,000 \div 300 \text{日} \div (12 \text{トン} \times 0.8) = 115 \text{回}$
工場-タウン	2 (往復) $15 \text{T} \div (12 \text{トン} \times 0.8) = 2 \text{回}$
チンゴア- 工場	326 (往復) $1,760,000 \text{トン} \div 300 \text{日} \div (20 \text{トン} \times 0.9) = 326 \text{回}$

b) 農業, 林業の交通量

レンネル島の有効天然林は300,000CMで、15年で伐採され毎年、伐採地の人工造林を行うものと推定する。又、農業は道路開発と人工増加に伴い、増産されるものとして、年間5,000トン程度と考えれば、この交通量は次のとおりとなる。

区 間	交通量
林業 チンゴア~港	12 (往復) $20,000 \text{CM} \div 200 \text{日} \div (15 \text{トン} \times 0.6) = 12 \text{回}$
農業 チンゴア~タウン	2 (往復)
レークサイト~タウン	2 (往復)

c) 人の交通量

旅客に関する交通発生量はアルミナ開発に関連する人口をベースに行った。建設期間中、および操業時におけるレンネル島の居住人口は次のとおりである。

建設期間中(1977年-1980年)

単身労働者	500人
家族持#	300人
その家族(4人/人)	1,200人
現地住民	<u>1,300人</u>

計 3,300人

操業時林業関係人口(1981年～)

	アルミナ	林業	合計
単身労働者	315人	60人	375人
家族持労働者	735人	140人	875人
その家族5人/人	3,675人	700人	4,375人
小計	4,725人	900人	5,625人
サービス関係人口	1,250人×2		2,500人
原地の住民(150人はアルミナ林業に従事)			550人
合計			8,675人

交通量が発生する区間は工場-タウンが主で、チンゴア-ラバング、タウン-港間、工場-レイク間の順で通勤業務および生活、レジャー等の交通によって構成される。

建設中および操業時の人の交通量を推計すると次のとおり。

d) 建設期間中の人の交通量(1977年～1978年)

区間	バス	乗用車
チンゴア-ラバング	4台	14台
工場-タウン	10台	14台
工場-港		8台

$$\text{タウン建設} \quad 200人 \times \frac{1}{40人/台} \times 2 \div 10 \text{回/日}$$

$$\text{チンゴア-ラバング} \quad 80人 \times \frac{1}{40人/台} \times 2 \div 4 \text{回/日}$$

e) 操業時の人の交通量(1981年～)

区間	バス	乗用車
チンゴア-ラバング	21	34台
工場-タウン	45	98
工場-港	8	24

出 勤 用

$$\left. \begin{array}{l} \text{チンゴア-ラバング} \\ \text{ラバング-工場} \end{array} \right\} 196人 \times \frac{1}{40人/台} \times 2 \approx 10 \text{台}$$

$$\text{工場-タウン} \quad 450人 \times \frac{1}{40人/台} \times 2 \approx 24 \text{台}$$

$$\text{タウン-チンゴア(林業)} \quad 150人 \times \frac{1}{40人/台} \times 2 \approx 8 \text{台}$$

$$\text{工場-港} \quad 100人 \times \frac{1}{40人/台} \times 2 \approx 6 \text{台}$$

職員通勤用

$$\text{タウン-工場} \quad 200人 \times \frac{1}{5人/台} \times 2 \approx 80 \text{台}$$

業務用(チンゴア-ラバング)採鉱用10台施設6台林業10台 \approx 26台

定期バス

各地区(空港, 工場, 港-タウン-レイクサイト)

1日3往復

3台

f) 操業時の生活交通

操業時の生活交通は主として買物, 娯楽が中心であろう。

人口8,675人の1,000人に5人が乗用車を持つとし, 週1回各区間を走行するとする。

$$8,675人 \times \frac{5}{1,000} \times \frac{1}{7} = 6 \text{台/日となる。}$$

また, 1981年の人口8,675人が関連開発により年率4%増加するものとし, 又, 所得の増加による交通量も年々伸びてくることは間違いない。

よって, 生活交通の伸びを年平均5%増と想定した。

4. 将来の交通量のまとめ

以上の結果より, 対象道路の年次別区間交通量を表9-1に示す。

表(9-1)

年次別、区間別、車種別、交通種別交通量推計表

区間	年次 車種	1977年~1980				1981				1982				1983				1984				1985				1986				1987				1988				1989				1990										
		乗用	バス	トラック	合計	乗用	バス	トラック	合計	乗用	バス	トラック	合計	乗用	バス	トラック	合計	乗用	バス	トラック	合計	乗用	バス	トラック	合計	乗用	バス	トラック	合計	乗用	バス	トラック	合計	乗用	バス	トラック	合計															
チンゴアノラバング	開発	14	4	6	24	14	4	6	24	16	10	326	352	16	10	326	352	16	10	326	352	16	10	326	352	16	10	326	352	16	10	326	352	16	10	326	352	16	10	326	352	16	10	326	352							
	林業									10	8	12	30	10	8	12	30	12	10	13	35	12	10	13	35	14	10	14	38	14	10	14	38	14	10	14	38	14	10	14	38	14	10	14	38							
	通常	2		2	4	2		2	4	2	3	2	7	2	3	2	7	2	3	2	7	2	3	2	7	2	4	2	8	2	4	2	8	2	4	2	8	2	4	2	8	2	4	2	8							
	誘発	2			2	2			2				6				7				8				9				10				11				12				13				14							
	合計	18	4	8	30	18	4	8	30	34	21	340	395	35	21	340	396	36	21	340	397	39	23	341	403	40	23	341	404	43	24	342	409	44	24	342	410	45	24	342	411	46	24	342	412	47	24	342	413			
港 工場	開発	8		32	40	8		32	40	6	6	115	127	6	6	115	127	6	6	115	127	6	6	115	127	6	6	115	127	6	6	115	127	6	6	115	127	6	6	115	127	6	6	115	127	6	6	115	127			
	林業									10	2	12	24	10	2	12	24	10	2	12	24	10	2	13	25	10	2	14	26	10	2	14	26	10	2	14	26	10	2	14	26	10	2	14	26							
	通常	2		2	4	2		2	4	2		2	4	2		2	4	2		2	4	2		2	4	2		2	4	2		2	4	2		2	4	2		2	4	2		2	4							
	誘発	2		2	4	2		2	4				6				7				8				9				10				11				12				13				14							
	合計	12		36	48	12		36	48	24	8	129	161	25	8	129	162	26	8	129	163	27	8	130	165	28	8	130	166	29	8	131	168	30	8	131	169	31	8	131	170	32	8	131	171	33	8	131	172			
工場 タウン	開発	14	10	10	34	14	10	10	34	80	34	2	116	80	34	2	116	80	34	2	116	80	34	2	116	80	34	2	116	80	34	2	116	80	34	2	116	80	34	2	116	80	34	2	116							
	林業									10	8	1	19	10	8	1	19	10	8	1	19	10	8	1	19	10	8	1	19	10	8	1	19	10	8	1	19	10	8	1	19	10	8	1	19							
	通常	1		1	2	1		1	2	2	3	1	6	2	3	1	6	2	3	1	6	2	3	1	6	2	3	1	6	2	3	1	6	2	3	1	6	2	3	1	6	2	3	1	6							
	誘発	2		1	3	2		1	3				6				7				8				9				10				11				12				13											
	合計	17	10	12	39	17	10	12	39	98	45	4	147	99	45	4	148	100	45	4	149	101	45	4	150	102	45	4	151	103	45	4	152	104	45	4	153	105	45	4	154	106	45	4	155	107	45	4	156			
分岐点 レイク	開発	2		1	3	2		1	3			1				1				1				1				1				1				1				1				1								
	林業												2				2				2				2				2				2				2				2											
	通常			1	1			1	1			3	2			3	2			3	2			3	2			3	2			3	2			3	2			3	2											
	誘発											6				6	7			6	8			6	9			6	10			6	11			6	12			6	13											
	合計	2		2	4	2		2	4	8	4	2	14	9	4	2	15	10	4	2	16	11	4	2	17	12	4	2	18	13	4	2	19	14	4	2	20	15	4	2	21	16	4	2	22	17	4	2	23	18	4	2

● 第10章 道路施設の技術的検討

●第10章 道路施設の技術的検討

10-1 道路の調査概要

(1) 調査の目的

将来、アルミナ開発が実施された場合、附帯して必要となる建設資材、諸材料、人員の交流、島内物資の輸送等レンネル島開発に必要な島内従貫道路を建設するための基本的な調査である。

(2) 調査の方法

本道路調査は道路技術者、測量技術者の2名で編成され約1ヶ月現地調査を行った。

調査の内容は次の通りである。

1) 道路施設に関する全般調査

- a) 計画、設計に関する基準、条件についての協議および資料の収集
- b) 現地踏査

2) 実施調査の概要

a) 地形調査

既存地形図および資料を利用し、調査を実施し不備な点は、トランシット、ポケットコンパス、レベルにより補足測量を行った。

b) 地質(土質)調査

道路の計画路線について各地質(土質)の代表的試料を採取した。

c) 盛土路床、路盤材料調査

道路構築材料に適する材料の採取候補地、その採取可能量、材質につき調査を行い、試験のため代表的試料を採取した。

d) 資機材調査

道路建設に伴う資機材について取得単価等の調査を行った。

(3) 調査のまとめ方

- a) 地形、地質、測量の資料を整理して、道路設計の基本資料とした。
- b) 道路構築材料の各種試験を行い、道路設計の基本資料とした。
- c) (a)(b)をもとに道路の概略設計を行った。
- d) 道路の設計に基づき、概算工事費の積算を行った。

10-2 道路の概略設計

(1) 路線の選定

現在、レンネル島内には道路と称される程のものはなく、過去にアルミナ探鉱および地域往

民のために重機によりジャングルを切開き、農耕用トラックが通行できる程度の道が空港よりラバング部落まで延長約30kmあるだけである。

その他の地区はジャングルの中に原住民が歩いて通る、いわゆる住民の道が各部落を結んでおり、彼等の交通、交流の原点となっている。

今回の調査で先ず、路線の位置を決定するため、ホニアラに於いて現地の地図を購入し検討したが、縮尺1/25,000の地図があるのみで、より詳しい地形図を求めることは困難であったが、その地形図をもとに、将来のアルミナ開発および政治的、経済的な面より検討を行った。

必要路線は空港～工場間がメイン道路となり、物資の輸送のため工場～港間を結び、さらに地区住民のため東部へも延長し、工場～レイク（テバイタエ部落）間を結ぶこととし、また、工場労働者の社宅予定地であるタウンサイトへ工場～レイク間より分岐して延長する計画を想定した。

その計画に基づき、現地踏査を行い、空港～工場間は現在のトラック道に沿って、全面的に改良、拡張し、メイン道路とし、工場～港間は港より海岸線を部分的に埋立て、崖を切上り工場へ延長する。

また、工場～レイク（テバイタエ部落）間およびタウンサイトへの道路は現在の土人道が比較的勾配も緩く、距離も近いので、その土人道に沿って、新道路を計画することにした。

なお、計画道路は原則として軟質石灰岩または硬質石灰岩の地域を通り、土壌地区は土質的にも好ましくないのを避けることとした。

また、この計画路線は空港、工場、港、東部レイクその他主要な部落がすべて連結されており、経済的な面も考慮され、技術的にもベターであると思われる。

(2) 設計基準

本設計業務は現地政府の道路設計規準の資料を入手できなかったため、日本の道路設計規準（道路構造令）を基本的に使用し、一部本プロジェクトの技術的、経済的特質を考慮して修正して使用した。

1) 車両の種類、大きさ

○ 対象車種

トラック、バス、乗用車、その他

○ 大きさ

車種	長さ m	巾 m	高さ m	重量 t
トラック	8.16	2.4	2.41	13.35
バス	10.4	2.49	2.85	10.445
乗用車	6.01	1.92	1.5	—

(参考) 自動車の大きさの制限(運輸省令道路運送車輛の保安基準)

長	さ	12 m以下
巾		2.5 m以下
高	さ	3.5 m以下
重	量	20 t以下
最小回転半径		12 m以下

2) 設計速度

自動車の速度が増加すれば、道路の巾員、付帯する設備を大きくする必要があり、設計の基礎となる自動車の最高速度を本計画では、地形的条件、交通量、本プロジェクトの特殊性を考慮し、標準部では35 Km/hr、カーブ部分では30 Km/hrとした。よって各地間の所要時間は空港～工場、工場～レイク間とも各々約1時間である。

3) 巾員
車道

1台の自動車がある速度で走る場合、すれ違いの時に危険がないためには、ある巾が必要である。車が安全に走行しうるために必要な巾を車線といい、車線巾は走る自動車の巾、また、速度にも関係し、決定されるものであるが、本計画は車線巾員は交通量、車輛の大きさを考慮し、3 mとし、車線数は2車線とし、保護路肩を1.0 mとり、道路全巾を8 mとした。

ただし、分岐点～レイク間は交通量、経済性を考慮し、巾員を6 mとした。

歩道

歩行者の安全を図り、自動車の性能を十分に発揮させるためには、歩道を設ける必要があるが、交通量等を考慮し、歩道は設けない。

4) 縦断勾配

自動車は縦断勾配があると、悪影響を受けるが、相当な急勾配まで上ることはできる。したがって、登坂能力から考えると、最大縦断勾配はかなり大きくとることができるが、自動車交通を経済的にかつ迅速に行わせるためには、できるだけ小さくする必要がある。

本計画では原則として、7%を上限の縦断勾配とし、地形的にやむをえない個所については工事費等を考慮して7.5%を部分的に使用した。

5) 横断勾配

道路の横断面は、直線部においては水平にすることが望ましいが、路面の排水のために一般に横断勾配をつけ、道路の直線部においては中央より左右に向かって下り勾配を使用し、勾配の大きさは、中央のもっとも高い所、すなわち路頂と路端とを結んだ線の勾配の大きさで示す。

本計画では、路面は舗装はせず、安定処理道とするので、一般道路の横断勾配より大きくとり3%とした。(通常舗装道路では1~2%である)

なお、横断勾配の形としては、施工上、工事費等も考慮して直線とする。

6) 線形

線形とは、平面的にみた道路の形で、この形が道路の利用に対しておおよそ影響は大きい。本計画では、曲線の種類には円曲線を使用し、標準部では最小半径を50mとし、エスカープやヘアピンカーブでは最小曲線半径を35mとした。

7) 視距

自動車が安全に走るためには、相当前方まで見通しがきかないと危険である。この見通しの距離を視距という。

車道の曲線部においては、設計車輛および曲線半径に応じ視距が充分確保され、安全性を保つために部分的に車線拡巾を考慮した。

8) 交さ

交さは全て平面交さとする。

(3) 道路の構造

レンネル島は、島全体が石灰岩で構成され、部分的にボーキサイトのポケットが点在している。計画路線は原則としてボーキサイト部分を避け、石灰岩部分を通ることとする。

このため、道路構造を検討すべく、石灰岩の代表的試料を採取し、道路構造材としての試験を行った。その試験結果により、切土部では現地盤をカットし、表面を均して路盤路面とする。

また、盛土部では、現地盤ないしは切土部の石灰岩で盛土した部分を路床とし、その上に良質の石灰岩を粉砕して路盤材料を作り、敷均し転圧して路盤をつくり路面とする。

以下試験結果に基づき、具体的に述べる。

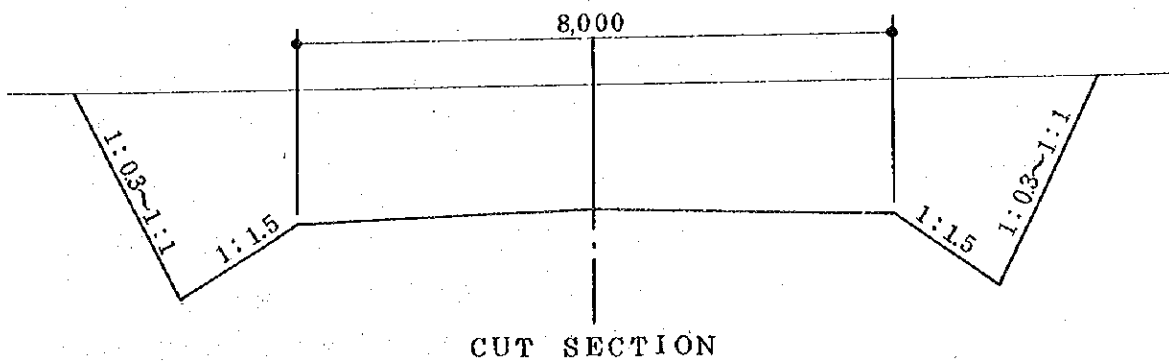
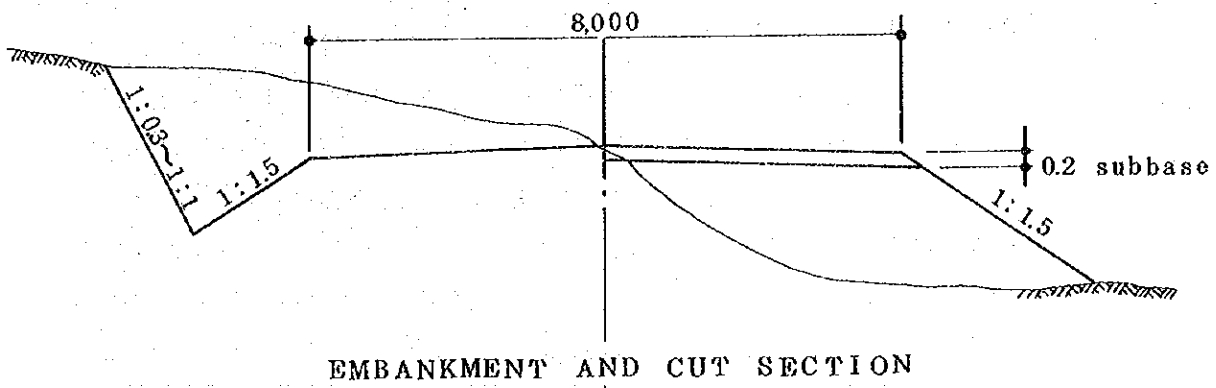
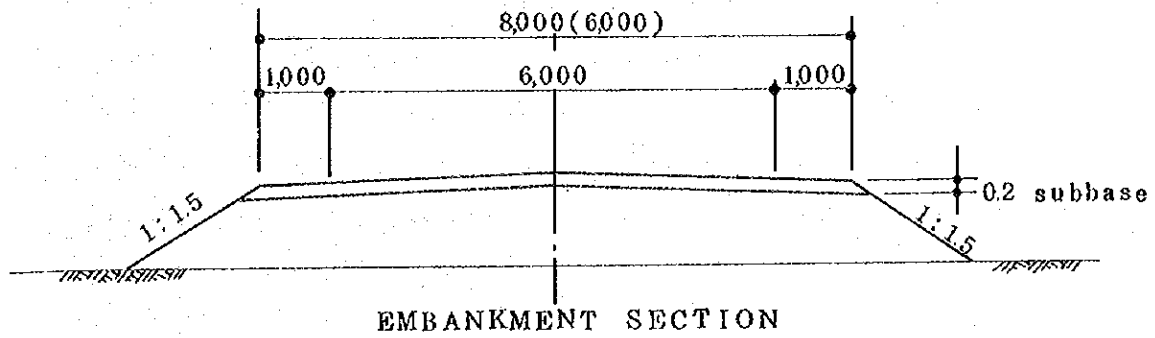
1) 道路材料としての各種試験

a. 試験目的 現地盤をカットして、そのまま路床、路盤として使用した、切土を路床路盤材として使用したいので、その性質について試験する。

b. 試料 現地より持ち帰った試料

1. 硬質石灰岩 岩石 大塊 100mm程度

9. 標準断面



()内は分岐点～レイク間の巾員を示す。

30~2.5mm程度のもの(粉砕したもの)

5~0 mm 砕砂 (粉砕したもの)

2. 軟質石灰岩 岩石 大塊 80 mm程度

13~0mm 砕砂 (粉砕したもの)

e. 試料採取場所

レンネル島ラバング部落付近島全体が石灰岩でできているので、どの地点の試料も大差ないと思われるし、路盤材の採取場所および製造場所をラバング付近に考えているので同所で採取した。

d. 試験内容

1. 比重試験 JIS A 1202 上記5試料
2. 含水量試験 JIS A 1203 軟質石灰石(岩石, 砕砂)の2試料
硬質石灰石(砕砂)の1試料
3. 粒度試験 JIS A 1204 上記5試料
4. 突固め試験 JIS A 1210 軟質石灰石(砕砂)の1試料
硬質石灰石(30~2.5mmと砕砂の混合物, 砕砂)の2試料
5. 支持力比試験 JIS A 1211 突固め試験の場合と同様の試料
(CBR試験)

e. 試験場所

日本舗道株式会社 岡山工事々務所 試験室

f. 試験日時

昭和50年2月

g. 試験結果

別紙試験結果総括表および試験データの通りである。

結果の検討

1. 路床材としての利用

路床材料は路床を構成する主要材料であって、その性質が施工の難場、完成後の道路の性質を左右することになるので、できるだけ良質な材料を選ぶ必要がある。

路床材料として好ましいのは、施工が容易で、せん断強度が大きく、圧縮性が小さいなどの性質の土である。

路床材料中に大きなレキが含まれていれば施工が困難であるばかりでなく、締固めも不十分となるので、材料中のレキの最大寸法はまきだし厚さより20~30cm程度と考えられ

る。

以上より硬質石灰岩、軟質石灰岩とも材料試験、支持力比試験結果によれば、修正CBR値が各々26%、24%を示し、最大粒径に留意を払えば問題なく使用可能である。

2. 路盤材としての利用

路盤材として必要な一般の場合の規格として

下層路盤としての材料

修正CBR 20%以上

最大粒径 50mm以下

上層路盤としての材料

粒度調整工法の場合

修正CBR 80%以上

最大粒径 40mm以下かつ一層仕上り厚の1/2以下

以上より、硬質石灰石については、上層、下層路盤材料として修正CBRは26%であり、充分使用可能である。

特に、上層路盤材料としては「30mm以下」のものと「砕砂5~0mm」を粒度調整することにより修正CBR100%を得ることが可能であり良質の材料といえる。

また、軟質石灰岩は修正CBR24%を示しており、下層路盤材としては充分使用可能である。上層路盤材としても使用可能であるが、その軟質であることがやや疑問視される。

粒度調整ではその他にいろいろ組合せて試験をすればよりよい組合せ結果が得られると思

う。

試験結果総括表

試験項目		硬質石灰岩			軟質石灰岩	
		岩石(大塊)	30~25%	砕砂(5~0%)	岩石(大塊)	砕砂(13~0%)
試料の含水比				0.9	24.1	28.4
比吸水量試験	表乾比重	2.634	2.678	2.741	1.724	2.039
	かさ比重	2.616	2.651	2.711	1.250	1.680
	見掛比重	2.664	2.724	2.796	2.380	2.621
	吸水量	0.70	1.03	1.10	38.0	21.4
粒度試験	通過重量(百分率%)	50%	20.9	100.0		8.4
		40	0.9	99.4		8.0
		30	0	98.5		0
		25		83.7		100.0
		20		48.7		96.5
		13		23.8	100.0	91.5
		5		1.7	99.8	76.7
		2.5		0.3	89.1	61.9
		0.6		0	33.4	43.9
		0.3			29.1	40.6
		0.15			17.9	32.7
		0.074			12.7	28.5

試験項目		硬質石灰石		軟質石灰石
		(30~25%)と砕砂を60:40に合成したもの	砕砂(5~0%)のみの場合	
突固め試験	最適含水比	5.6	7.0	27.8
	最大乾燥密度(g/cm ³)	2.162	2.062	1.40
支持力比試験(修正CBR試験)		100.0	26.0	24.0
合成粒度	篩通過百分率	30%	99.1	
		25	90.2	
		20	69.2	
		13	54.3	
		5	40.9	
		2.5	35.8	
		0.42	12.5	
		0.074	5.1	

支持力比試験結果（CBR試験）

試験項目	試料区分	硬質石灰岩	軟質石灰岩
支持力比試験（CBR）		15.8	13.3
試料の含水比（%）		10.1	24.6
乾燥密度（g/cm ³ ）		1.989	1.368
備 考	使用モールドφ15cm ランマー4.5Kg 45cm落下 3層67回突固め		

2) 路 床

路床部は舗装の下，厚さ1mの土の部分を行い，切土部においては掘削した面より，盛土部においては盛土仕上り面より下，約1mがこの部分にあたとされている。また，この路床部は均等な支持力を持つよう作る必要があるとされている。

a. 切土部

切土部分が全て石灰岩の岩盤であり，その下の部分も岩盤であるので，手を加えず，そのまま路床とする。

b. 盛土部

現在の地盤が石灰岩の岩盤であり，その上に切土部分の石灰岩を軟質，硬質を問わず，敷き込み路床とする。

ただし，硬質石灰岩の大塊は盛土し難いので使用せず最大粒径20～30cm程度までとす。

軟質石灰岩は粉碎し易いので，容易に最大粒径の調整ができる。

硬質，軟質ともCBRは13%以上であり，良好な路床となり得る。

3) 路盤

路盤は交通荷重を分散させて、安全に路床に伝えるのに重要な役割をはたす部分である。従って、十分な支持力を持ち、しかも耐久性に富む材料を必要な厚さによく締め固めたものでなければならない。また、路盤は経済的にしかも力学的、つり合いのとれたかたちにするために通常下層路盤と上層路盤とに区分されている。

a. 切土部

路床部と同様に切土部分が全て石灰岩の岩盤であるので手を加えず、そのまま下層および上層路盤とする。

なお、道路構造令では路盤のCBRは13%以上と規定しているが、この場合も軟質、硬質石灰岩のいずれも13%以上のCBRが試験結果よりでているので満足される。

また、試験結果の検討の項で軟質石灰岩は上層路盤材としては疑問視されると述べているが、それはいったん掘削された乱されたものであり、表面をカットした状態で乱されないそのままの状態であれば、十分そのまま上層路盤にもなり得る。

b. 盛土部

1. 路盤厚さの決定

道路構造令によると、アスファルトコンクリート舗装の表層、基層路盤を合わせた厚さは路床土のCBRに応じ、次表(表3-3)に示すような値を標準とする。

また、同構造令には表層の厚さは3~8cm、路盤のCBRの値は13%以上を標準とする決めていいる。

CBRと自動車交通量に応ずる表層から路盤までの厚さ 表3-3

単位区間自動車交通量(台/日)	表層と基層と路盤とを合わせた厚さ(cm)		
	CBR15以上	CBR7~15	CBR7以下
2,000以下	10 ~ 20	20 ~ 35	35 ~ 60
2,000~7,500	10 ~ 25	25 ~ 40	40 ~ 70
7,500以上	15 ~ 30	30 ~ 45	45 ~ 85

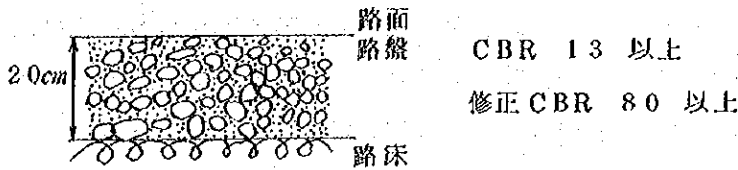
試験結果により、以上の規準を適用すれば、路床上のCBRは硬質石灰石は15.8

軟質石灰石は13.3

であり、自動車交通量は2,000台/日以下と推定されるので、表3-3より、表層より路盤までの合計厚さは20~35cmとなる。今回の計画では舗装しないので、その厚さ約5~15cmを差引けば、約20cmの路盤厚さがあれば十分であり、路盤厚さ20cmと決定する。

2. 路盤の締固め

路盤、路床の構成は下図の通り。



路盤の工法としては、粒度調整安定処理、セメント安定処理、アスファルト安定処理等の工法があるが、本計画では路盤材料にも恵まれ、比較的工法が簡単で、安価な粒度調整安定処理工法を採用する。

一般に粒度調整工法では、修正 C B R は 8 0 以上必要とされている。

今回は粒度調整のための試験を試料にも限りがあるのでトライアル法で行った。

その試験結果によれば

硬質石灰岩	碎石 30 ~ 2.5 mm	60 %
硬質石灰岩	砕砂 5 ~ 0 mm	40 %

の割合で合成したもので、

修正 C B R	100
最適含水比	5.6 %
最大乾燥密度	2.162 (g/cm ³)

の値が得られた。

よって、通常締固め後の乾燥密度を最大乾燥密度の 90 ~ 95 % として、含水比の範囲を決めて締固めているが、今回は 90 ~ 95 % とすると含水比の範囲が広すぎてバラツキが多くなる可能性があるため、最大乾燥密度の 99 % として含水比を求めると、

含水比の範囲	3 ~ 8 %
--------	---------

となり、この範囲の含水比で十分締固めると、修正 C B R は 80 以上となり、良好な路盤となる。

なお、前述の通り試料の採取輸送に限度があったので、数少ない試験しかできなかったが、その他にいろいろ組合せて試験を行えば、よりよい組合せ、粒度調整が可能であろう。

4) 道路構築材料の採取場所

レンネル島は島全体が石灰岩で構成されており、この石灰岩を地質(土質)的に大別すると、硬質石灰岩と軟質石灰岩に分けられる。

島内での地域的分布状態は硬質石灰岩は、島の外周の断崖部に主に分布し、また、地理的にはラバング部落付近に多くみられる。その他の地区では、部分的に小高い部分に分布している。

軟質石灰岩は硬質の部分以外の地区となるわけであるが、比較的フラットな部分に多くみられ、地理的にはチンゴア～マタギ部落、東部レイク地区に多いようである。

また、硬質、軟質石灰岩の材料としての性質は試験結果のところでも述べた通りである。

よって、道路構築材料の採取場所は次のようにきめる。

路床材料………任意の場所で切土した硬質および軟質石灰岩を盛土して使用。

路盤材料………ラバング部落付近の硬質石灰岩。

また、その量については、ラバング付近で硬質石灰岩の切土が非常に多いので問題ない。

5) 舗装

舗装は原則として行わない。

切土部では、カット面を仕上げ、路面とし、盛土部では路床、路盤をつくり、路盤面を路面とする。いわゆる路面の種類は石灰道ないしは粒度調整石灰道である。

舗装をしない主な理由

1. 交通量が少ない。

交通量の推計で述べている通り1977～1990年で最高500台/日と少ない。

2. 良質な道路構築材に恵まれ、堅固で滑らかな路面が得られる。

試験結果により、路床、路盤で述べた通り、好材料に恵まれ、よって強い路床、路盤が得られ、強固な路面が保持でき、良好な道路を造れる。

3. 安価な舗装材料が入手し難い。

アスファルトまたはセメントがきわめて高価である。

ただし、将来本プロジェクトが拡大、発展し舗装できる余裕ないしは舗装の必要性が増した場合はアスファルト舗装ができるよう考慮して路床、路盤をつくることとする。

6) 排水

雨量の多い地方であるので、道路に沿って両側に排水溝を設けることが望ましいが、レンネル島の地盤が全般にポーラスなため、すなわち、 $9 \sim 9.6 \text{ l/min/m}^2 = 540 \sim 576 \text{ l/h/m}^2$ の水が地表面より地下へ浸透するため、排水は非常に良好なので、原則として道路に沿って排水溝は設けないこととする。

ただし、低地の部分切土部で水の溜まるおそれのある場合は素掘側溝を設け、ポーラスな部分へ導き、地下へ自然浸透させ、排水することとする。

7) 橋梁 その他

島内には川がないので、橋梁を設ける場所は全くない。

道路標識等は適宜設けるものとする。

10-3 施工計画

(1) 道路の建設計画数量

	延長	巾員
1. チンゴア～ラバング	3 1.6 Km	8 m
1. チンゴア～マタギ	1 9.6 "	"
2. マタギ～ラバング	1 2.0 "	"
2. 港 ～ 工場	2.2 4 Km	8 m
3. 分岐点 ～ テバイタへ	1 3.8 1 Km	6 m
4. 工場 ～ 町	6.7 9	8 m
総延長		5 4.4 4 Km

施工数量総括表

施工数量総括表 表10-1

掘削土分数表 表10-2

に示すとおりである。

施工数量総括表

表10-1

工種	区分	チンゴア～ラバング		(3)港～工場 2.24km	(4)分岐点～パイラへ 13.81km	(5)工場～可 6.79km	計 54.44km
		(1)チンゴア～マタンギ 19.60km	(2)マタンギ～ラバング 12.00km				
土工	土工						
	切土	7,966.00	3,688.00	3,517.00	6,795.00	5,078.00	27,044.00
	砂	143,391.00	71,084.00	15,302.00	95,131.00	147,276.00	472,184.00
	軟岩 硬岩	7,966.00	40,895.00	16,555.00	11,325.00	16,928.00	93,669.00
工事	計	159,323.00	115,667.00	35,374.00	113,251.00	169,282.00	592,897.00
	盛土	80,826.00	116,786.00	9,286.00	95,542.00	53,305.00	355,745.00
路	盤	52,720	48,160	5,120	37,860	18,720	162,580
		(6.59km×8MW)	(6.02km×8MW)	(0.64km×8MW)	(6.31km×6MW)	(2.34km×8MW)	(21.80km×8~6MW)
築工	標識	10	6	2	7	5	30
		5	3	3	4	3	18

掘削土分類表

表10-2

区 間	延 長 Km	切 土 量 m ³	土 質			X 土 砂	Y 軟 岩	Z 硬 岩
			X %	Y %	Z %			
1. チンゴア～マタンギ	1.60 (8mw)	159,323.00	5	90	5	7,966.00	143,391.00	7,966.00
2. マタンギ～ラバング	1.38 (8mw)	73,770.00	5	85	10	3,688.00	62,705.00	7,377.00
3. 港 ～工 場	0.62 (8mw)	41,897.00	—	20	80	—	8,379.00	33,518.00
	1.36 (8mw)	117,240.00	30	70	—	3,517.00	8,207.00	—
4. 分岐点 ～チバイテへ	0.88 (8mw)	23,650.00	—	30	70	—	7,095.00	16,555.00
5. 工 場～ 可	1.81 (6mw)	113,251.00	6	84	10	6,795.00	95,131.00	11,325.00
	6.79 (8mw)	169,282.00	3	87	10	5,078.00	147,276.00	16,928.00
計	5.444	592,897.00				27,044.00	472,184.00	93,669.00

(2) 施工条件

a. 工期

工期算定にあたっては、アルミナ開発計画がスタートすれば港湾と共に最も早く着工すべき区間は港～工場間であり、この区間は着工後3ヶ月とし、その他の区間はその後、19ヶ月で施工するとし、準備を含めて全体で合計2年間で完成することとした。

工程表は表3-4に示している。

b. 使用機械

ほとんどの工事が機械施工となり、施工機械の能力、作業量を検討し、表3-3に示している。

c. 稼働率

熱帯地区で雨の多い所であるので、稼働率は一般に落ちると考えられるが、日雨量別の日数表を表3-5に示しているが、それによると日雨量20mm以下の日が多いので20mm以下の日は稼働することとして考える。

日雨量別日数表 表3-5

観測日数	晴 or 曇 の日数	雨の日数	70mm/day 以上の日	70~50 の日	50~35 の日	35~20 の日	20~10 の日	10mm/day 以上の日
1036	457	579	15	16	40	80	130	298

稼働日数(年間)日曜は休みとし、20mm/日以上雨の日を休むものとする
250日稼働日数となる。

したがって稼働率は68.5%と予定した。

$$\text{稼働率} = \frac{250 \text{ 日}}{365 \text{ 日}} \times 100 = 68.5\%$$

機械使用計画表

表10-3

工種	作業内容	機械名	仕様	単位	台数	摘要
土工事	掘削・押土	ブルドーザー	D80	台	6	
		削岩機	2.7m ³ /min	#	9	
		コンプレッサー	105P. S	#	3	
		ピックハンマー	1.1m ³ /min	#	15	
		ブレーカー		#	9	
路盤工事	整地	モーターグレーダー	3.7m	台	2	中央プラント 混合方式
		マカダムローラー	12t	#	2	
	"	タイヤローラー	20t	#	2	
	運搬	ダンプトラック	11t	#	3	
		散水車	1,750ℓ	#	2	
	混合	パッチミキサー付プラン	100m ³ /日	式	1	
骨材プラント	骨材生産	ジョークラッシャー	100m ³ /日	台	1	
	"	コンベアフィーダー		式	1	
	"	スクリーン		式	1	
	"	コンベア	B=400	m	60	
	"	ホッパー	20t, 30t	基	2	

● 第11章 対象プロジェクトの工事費の検討

●第11章 対象プロジェクトの工事費の検討

11-1 工事費積算の前提条件

(1) 単価の算定

- ・ 現地人の単価は次の通り。

オペレーター	3 A \$
人 夫	2 A \$
- ・ 現地における建設機械単価については、適確な資料を入手することができなかった。ただし、建設機械は全て輸入品である。

以上のような現地の状況を考慮して、次のように仮定して積算する。

- a. オペレーターは、日本より指導員を派遣、指導し、できるだけ現地人を使用する。
- b. 入夫は全面的に現地人を使用する。
- c. 建設機械は全て日本より輸送して使用する。
- d. 現在の日本での単価を参考に積算する。

(2) 歩掛り

現地の建設工事歩掛りの資料を入手できなかったため、日本での歩掛りを参考に積算する。ただし、次の条件とした。

- a. 土砂および軟岩については火薬を使用せず、全てブルドーザーで掘削できる。
- b. 路盤のうち、切土部は、ブルドーザーまたはグレーダーで仕上げができる。
- c. 路盤材（硬質碎石、砕砂）の平均運搬距離は10 Kmとする。
- d. 路盤材の粒度調整は中央プラント混合方式とする。
- e. 土砂、軟岩、硬岩の仕分けは現地踏査に基づき仕分けたものであり、試掘調査は行っていないので、変動の可能性はある。

11-2 道路工事費

(1) 道路工事費

表11-1に示す。

(2) 直接工事費

表11-2に示す。

道 路 工 事 費

表 1 1 - 1

区 分 \ 項 目	直接工事費	仮設運搬費	諸 経 費	計
チンゴア～ラバング	231,531,800	34,728,200	46,340,000	312,600,000
港 ～ 工場	36,953,300	5,546,700	7,400,000	49,900,000
分岐点 ～ テバイテへ	84,220,780	12,679,220	16,800,000	113,700,000
工場 ～ 町	101,008,490	15,151,510	20,040,000	136,200,000
合 計	453,714,370	68,105,630	90,580,000	612,400,000

1. 仮設・運搬費 15%の内訳 仮設費 5%
運搬費 10%
2. 諸経費は直接工事費の 20%を見込んだ。

工 種	区 分	単 位	単 価	チンゴア〜ラバング(8MW)				港〜工場(8MW)		分岐点〜テハイアへ(6MW)		工場〜町(8MW)		合 計	
				チンゴア〜マタンギ	マタンギ〜ラバング	数量	金額	数量	金額	数量	金額	数量	金額		数量
土	土工事	切土													
				土 砂	7.966	2230480	3688	1032640	3517	984760	6795	1902600	5078	1421840	7.572.320
				軟 岩	143391	57356400	71084	28433600	15302	6120800	95131	38052400	147276	58910400	188.873.600
				硬 岩	7.966	12745600	40895	65432000	16555	26488000	11325	18120000	16328	27084800	149.870.400
工	盛土	盛土	90	80826	7274340	116786	10510740	9286	835740	95542	8598780	53305	4797450	32017050	
				計		79606220		105408980		34429300		66673780		92214490	378333370
路 盤 工	路 盤	m	450	52720	23724000	48160	21672000	5120	2304000	37860	17037000	18720	8424000	73161000	
				計		70000		42000		22000		51000		37000	2220000
標 識 工	KM標識	個	50000	10	500000	6	300000	2	100000	7	350000	5	250000	1500000	
				注意標識	5	200000	3	120000	3	120000	4	160000	3	120000	720000
道 路 延 長	M 当 単 価	KM													
				計		104030820		127500980		36953300		84220780		101008490	453714370
道 路 延 長	M 当 単 価	KM													
				計		1960		1200		224		1381		679	5444
M 当 単 価															
				計		5307		10625		15397		6098		14876	8334

● 第12章 道路の経済評価

●第12章 道路の経済評価

12-1 評価の方法

道路プロジェクトの主な便益は次のような項目である。

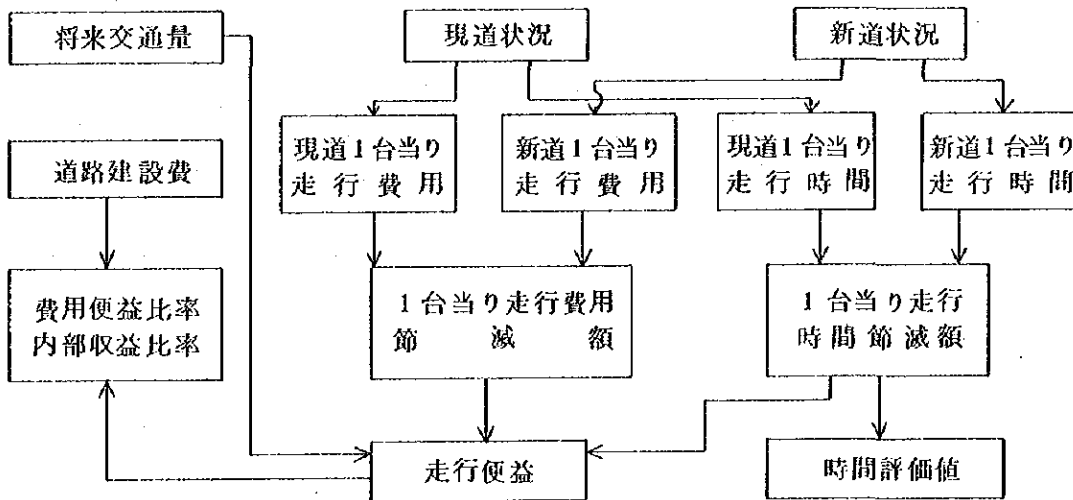
即ち、運転経費の減少、地域経済開発を刺激する、人および物両面の時間節約、事故および事故による被害の減少等の便益を評価する方法がとられる。

本項では、道路建設がなされた場合とない場合について、毎年の便益と費用を計測期間にわたって計算し、道路供用開始初年度の現在価値に割引いたものを当プロジェクトの費用、便益とする。

費用便益比率はこの割引かれた便益を費用で除して求め、内部収益率は便益と費用を等しくする割引率を求めることにより得られる。そして、費用便益比率が1.0以上であれば投資は妥当とされる。又、内部収益率は当該国での資本の機会費用を上廻れば妥当とされる。

この分析の過程は次図のフローチャートに示す。

費用、便益分析の過程



1 2 - 2 費用、便益の分析

(1) 分析の条件となるデータ

将来交通量については、第9章3の将来交通量の推計の項で既に検討された区間毎の交通量を対象とし、表1 2 - 1のとおりである。

(2) 走行費用

走行費用を算出するために必要なデータは充分収集できなかったために、現在の時間当り2 0 Kmと新道設計に計画した新道の時間当り3 5 Kmを基準に日本国内のダンプトラック送行費用その他のデータを参考に現地労務費、燃料単価に基づき推定した。なお、バス、乗用車についても同様に推定した(表1 2 - 2)。

区間別、車種別1日当り走行量

(表12-1)

区間	車種	年次	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	
チリマキ	トラック		1,500	1,360	1,360	1,364	1,364	1,500	1,570	1,640	1,700	1,700	
		km											
			240	840	920	960	960	960	960	960	960	960	960
港上場	乗用車		(560) 720	(1,040) 1,360	(1,040) 1,400	(1,040) 1,440	(1,120) 1,560	(1,232) 1,760	(1,320) 1,892	(1,380) 2,024	(1,380) 2,070	(1,380) 2,116	
		km											
			162	580	580	580	585	585	585	589	589	589	589
工務・マシン	トラック		-	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
		km											
			(36) 54	(72) 108	(72) 112	(72) 117	(72) 121	(72) 126	(72) 130	(72) 135	(72) 139	(72) 144	(72) 144
分庫・トラック	乗用車		27	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
		km											
			136	612	612	612	612	612	612	612	612	612	612
合	トラック		(19) 231	(1,224) 1,332	(1,224) 1,346	(1,224) 1,360	(1,224) 1,373	(1,224) 1,387	(1,224) 1,400	(1,224) 1,414	(1,224) 1,428	(1,224) 1,442	(1,224) 1,442
		km											
			55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
計	乗用車		-	110	110	110	165	165	165	165	165	165	165
		km											
			(55) 55	(55) 220	(55) 248	(55) 276	(55) 303	(55) 331	(55) 386	(55) 414	(55) 441	(55) 441	(55) 468
合	トラック		1,744	1,428	1,428	1,432	1,433	1,569	1,639	1,709	1,769	1,769	1,769
		km											
			376	1,598	1,678	1,678	1,773	1,773	1,773	1,773	1,773	1,773	1,773
計	乗用車		(670) 1,060	(2,391) 3,020	(2,391) 3,106	(2,391) 3,193	(2,471) 3,357	(2,583) 3,604	(2,671) 3,808	(2,731) 3,987	(2,731) 4,078	(2,731) 4,170	(2,731) 4,170
		km											
			1,060	3,020	3,106	3,193	3,357	3,604	3,808	3,987	4,078	4,170	4,170

(表12-2)

ダンプトラック 走行費用比較 (月額)

費用項目	35Km/hr	20Km/hr	備 考
燃料オイル	105,300円	90,600円	軽油消費 35K 1.9K/l 1.4K/l @ 40円/l
タイヤチューブ	94,500	57,700	耐用 20,000Km
修 繕 費	57,000	45,000	補修, 定期修理部品
減価償却費	141,700	141,700	現地到着 8,500千円 5年償却
利 子	49,600	49,600	年 7%
運転手(含助手)	80,000	80,000	運転手 4.5 助手 \$ 3
保 險 料	38,200	38,200	5.4%
その他経費	84,900	75,400	上記各項目の 15%
合 計	651,200	578,200	
1ヶ月送行Km	4,350Km	2,750Km	
1Km当り走行費	149.70	210.20	節減額 60.50/Km

バス乗用車 (ジープ)

費用項目	バ ス	ジ ー プ	備 考
燃料オイル	66,700円	50,000	バスはマイクロバス
タイヤチューブ	26,100	17,400	
修 繕 費	40,000	30,000	
減価償却費	58,300	41,600	
利 子	20,400	14,500	
運 転 手	50,000	50,000	
保 險 料	15,700	11,200	
その他経費	41,500	32,200	
合 計	318,700	246,900	
1ヶ月送行Km	4,350	4,350	
1Km当り走行費	73.20	56.70	20Kmの場合 130% 95.10, 73.70

(3) 送行費用節減による便益額

第2項で分析した結果に基づき、送行費用節減による便益を算定するにあたり、交通量の大部分は以前には存在しなかった発生交通の便益であり、一般に交通の増加は輸送費用の低下により発生するものであり、これを推定することは困難である。従って、便益評価にあたり節減額の半分を本プロジェクトの便益とする。

なお、乗用車については開発に使用するもの以外は対象外とする。

年次別送行費用節減による便益額は次表のとおり

年次別便益額

年次	トラック便益 千円	バス便益 千円	乗用車便益 千円	合計
1980	15,826	1,235	1,708	18,769
1981	12,967.2	5,249	6,097	14,101.8
1982	12,967.2	5,512	6,097	14,128.1
1983	13,003.5	5,512	6,097	14,164.4
1984	13,008.1	5,824	6,301	14,220.6
1985	14,242.3	5,824	6,586	15,483.3
1986	14,881.1	5,824	6,811	16,144.6
1987	15,508.2	5,824	6,964	16,787.0
1988	16,060.9	5,824	6,964	17,339.7
1989	16,060.9	5,824	6,964	17,339.7

(4) 走行時間節約による便益

走行時間節約による便益を加えることについて多くの議論があるが、これは時間便益をどのように評価したらよいかという問題である。例えば、時間便益は誰にとっても1時間は同じであると考えるか、それとも関連した個人の所得に比例するものと考えた方がよいか。

時系列的には所得が高くなるにつれて、1人平均の時間便益は高くなるのが一般的であると云えよう。

本プロジェクトでは通勤巡回等下表の推定交通量について節約時間を計算、作業者の平均賃金を基に走行時間節約による評価値とした。

通勤，作業，走行節約時間（年計算）

区 間	Km	節約時間	利用人員/日	年 間 節 約 時 間
チンゴア～ラバング	2.0 Km	25分	346 人	2,595,000分(43,250時)
港 ～工 場	2.24 Km	3分	100 人	90,000分(1,500時)
タウン～工 場	6.8 Km	8分	800 人	1,920,000分(32,000時)
合 計				76,750時

作業者の平均賃金月額（A \$ 55）22,000円であり，時間当たり91.6^円 収入となる。
従って，時間節約による便益は7,035千円の評価となる。

(5) その他の条件

その他の条件は下記の通りとする。

a) 道路建設費

費用便益計算に使用する道路建設費は直建工事費と仮設運搬費の合計とし諸経費は除外した。したがって，建設費は521,820千円である。この建設費は供用開始前2年間に半分ずつ発生するものとする。

b) 現道整備費

現在の道路は幅員4m程度で一車線のため適当に復線部を設ける。又，急勾配の部分はカットし，時速20Km程度に走行できるよう整備する必要がある，この整備費80,000千円を供用開始前年に支出するものとする。

c) 計測期間及び道路の耐用年数

便益の計測期間及び道路の耐用年数は10年間とし，道路の残存価値は0とする。

d) その他

工事期間及び計測期間に工事費他にエスカレーションはないものとして計算する。

走 行 費 用 節 減 便 益 現 在 價 值

表 1 2 - 3

	費 用		便 益				現 在 價 值 (割 引 率 1 0 %)				現 在 價 值 (割 引 率 1 2 %)				內 部 收 益 率	
	資 本 費 用	維 持 費	費 用 合 計	現 在 價 值 節 減 費	走 行 便 益	(A) 小 計	時 間 節 減 便 益	(B) 合 計	費 用	便 益(A)	便 益(B)	費 用	便 益(A)	便 益(B)	費 用	便 益(A)
-2	260910	-	260910	-	-	-	-	-	315701	-	-	327285	-	-	357159	-
-1	260910	-	260910	80000	-	80000	-	80000	287001	88000	88000	292217	89600	89600	305264	93600
1		18000	18000	6000	18769	24769	-	24769	18000	24769	24769	18000	24769	24769	18000	24769
2		18000	18000	6000	141018	147018	7035	154053	16362	133878	140034	16074	131287	137569	15390	125700
3		18000	18000	6000	141281	147281	7035	154679	14868	121654	127465	14346	117382	122989	13158	107662
4		18000	18000	6000	141644	147644	7035	155241	13513	110880	116163	11448	105122	110131	11232	92129
5		18000	18000	6000	142206	148206	7035	167867	12294	101224	106029	10206	94259	98733	9612	79142
6		18000	18000	6000	154833	160833	7035	174481	11178	99877	104245	9126	91192	95180	8208	73398
7		18000	18000	6000	161446	167446	7035	180905	10152	94439	98407	8136	84895	88461	7020	65303
8		18000	18000	6000	167870	173870	7035	186432	9234	89195	92804	7272	78589	81769	5994	57741
9		18000	18000	6000	173397	179397	7035	186432	8406	83778	87053	6498	72476	75318	5130	51128
10		18000	18000	6000	173397	179397	7035	186432	7632	76064	79047	733426	64762	67301	4374	43593
									739314	1023758	1064026		954333	991820	760541	814165
																割 引 率 1 7 %

(6) 費用、便益分析の結果

前項までの諸条件のもとでの当プロジェクトに対する費用、便益分析の結果は以下の通りである。

a) 費用便益比率

道路の供用開始初年度に割引いた便益の現在価値は異なった割引率のもとで表12-3の通りである。

この便益を建設費で除した結果求められた費用便益比率は次の通りである。

費用便益比率

割引率	予定建設費 (C)		C × 1.10		C × 1.20	
	B/C	B/C(除時間便益)	B/C	B/C(除時間便益)	B/C	B/C(除時間便益)
10%	1.44	1.38	1.33	1.28	1.22	1.18
12%	1.35	1.30	1.25	1.20	1.16	1.11

b) 内部収益率

走行費用節減便益と建設費とから内部収益率を求めると表の内部収益率の欄の通り17%となる。

c) 結果の考察

上表費用便益比率の通り、割引率12%の場合で建設費が20%、見積額より高くなっても費用便益比率は1.11で1.0以上であり投資は妥当である。

12-3 プロジェクトの開発効果

以上のような計量可能な便益の他それが困難な次のような諸効果が考えられる。

(1) 地域経済開発

既に述べたとおりレンネル島の道路事情はチンゴアーラバング間は農耕用トラクターによる通行が可能でその他は道路と云える程のものはなく、又運搬用具としてもソロモン政府所有のトラクターが唯一の運搬機関で牛馬等も飼育しておらず人力による以外に運搬の方法がない。

従って島民は各部落を中心に自給自足の原始的生活を営み内陸部の農業は自給に必要なだけを耕作し、又海岸地区では生活に必要なだけの魚貝類を捕獲し生活を営んでおり熱帯多雨の厳しい自然条件の下で島の内陸部と沿岸部との交易も容易ならぬ現状である。

又首都ホニアラから1ヶ月～2ヶ月に1回不定期巡回船が主として保存可能な食料及び衣料を運搬するが現金収入に乏しく運搬困難なため小量の交易にすぎない。

ソロモン群島唯一の輸出品であるココナツもレンネル島では集荷困難のため沿岸地区の一部が出荷されているに過ぎない。

本調査に基づき計画された道路が建設された場合はこれ等の障害が取り除かれ内陸部と沿岸部の交流が盛んになり内陸部農業は沿岸部の住民に供給できるだけの耕作を行い又沿岸部住民は魚貝類の生産を増し、今迄輸出困難であったココナツも増産が見込まれる。これ等の増加について正確に把握することは困難であるが耕作可能面積から推計すれば

	現 状	将 来
農 作 物	1,200 t	— 3,500 t
ココナツ	5,000 本 (125 t)	— 4,000 本 (1,000 t) (1本当り25 Kg)

と農作物で約3倍、ココナツが8倍程度増産される。

これと並行し漁業生産も増加が見込まれる、特にココナツの増産は現金収入増加をもたらし、ホニアからの保存食料、(米、缶詰類)衣料、住宅資材等の購入増加につながり生活上が大いに期待できる。

(2) 文化、教育、保健衛生等の効果

レンネル島民の生活は極めて原始的なもので住居も風雨をしのぐ程度で、先活用具は乏しい。最近船便、航空便の増加によりホニアラ始め都市への就職、移住等により都市との交流が盛んになりつつあり急速に文化は向上しつつある。道路が建設され港湾施設、水道、通信施設完成後は生活の向上とともに文化向上も急速に進むものと考え。次に教育については現在島内に3つの小学校があり4年制度で教育が行われているが交通機関がないため寄宿せざるを得ない、従って教育も普及困難にあり特に年少者の教育は至難である。

道路が建設され交通機関が整備されれば教育の普及年少者の教育に極めて有効である。

保健衛生については同島に2名の衛生士が住民の医療に従事しているが、交通不便にて衛生士の居住皆以外に皆無に等しい。

従って医療品も殆どない状態であり熱帯特有の皮膚疾患が多発している。

道路完成後は患者、医療関係者の移動も極めて容易になり保健、衛生の改善向上が期待出来る。

又衛生教育も普及し住民福祉向上に果たす効果は大きい。

この他道路建設はコミュニケーション活動を助け伝言、手紙委託等の現状から迅速な連絡が可能となる。

●第13章 用水計画の背景と概要

● 第13章 用水計画の背景と概要

13-1 調査の目的と方法

本調査は、レンネル島開発計画に伴い、民生用、事業用として必要とされる20,000t/dayの用水供給の計画に対して、その目的達成のために必要とされる事項について行われたものである。

調査、検討はまず、所要の用水量を取水することが可能か否か、取水に伴う地下水への影響、ついで、取水・給水計画、工費の算定、開発効果を明らかにするために行われ、その具体的項目は下記の通りである。

- 1) 既往資料の収集
- 2) 現地調査
 - ① 現地踏査
 - ② 測量
 - ③ トレーサー試験
 - ④ 揚水試験
 - ⑤ 水質試験
- 3) 現地調査結果の整理解析
- 4) 取水・給水計画の検討
- 5) 用水施設の経済評価

今回の調査は短かい調査期間と現地事情に制約された不十分な調査しか行えず、各種の検討結果も多く推定仮定を含んだものである。したがってより確かな議論のためには、なお、一層のデータの集積検討が必要と思われる。

13-2 調査地域の概要

(1) 地形・地質

レンネル島はFig. 13-1に示すように、長さ約8.5km、巾1.0km前後の北西～南東方向に伸びる、典型的な隆起環礁である。島の周辺部は標高150～200m、巾1～1.5kmの丘陵が連なり、海岸と内陸とを隔てている。内陸部は、小さな起伏を有する。全体としては盆地状の低地となっているが、島の東部は広い内湖によって占められている、島の南西向き海岸にはいくつかの湾が内陸部へ湾入している。なかでもカンガバ湾はレンネル島の中央部に位置する大きな湾で、島を東西に大きく二分している。

レンネル島の周囲は巾100m前後の現成サンゴの裾礁によって取り囲まれ、ラグーン状の浅

い海となっているが、裾礁の外側では、水深を急速に増し、水深 1,000 m 以上に達する。

海岸線の大部分は 100 m 以上の急峻な海蝕崖を背後に控えた岩石海岸で、砂浜はごく限られた狭い範囲に分布するのみである。

レンネル島は全島、石灰質岩（造礁サンゴの遺骸、貝類、石灰藻類の化石）からなり、環状丘陵と内陸盆地という隆起環礁の大地形を石灰岩地域特有のカルスト地形が修飾しており、カルスト地形凹部には風化残留物であるテラロッサ型土壌が分布している。

石灰質岩は、岩質により、ドロマイト、造礁石灰岩、砂質石灰岩とに分類され、ドロマイトは環状丘陵上部に、砂質石灰岩は内陸盆地に、造礁石灰岩はそれらの中間に主な分布域をもつ。

内陸盆地に分布する砂質石灰岩はかつての環礁の内湖に沈積したサンゴ石灰岩の削剝物で、やや軟弱な岩質で、比較的平坦な地形を構成している。

(2) 気 象

レンネル島は熱帯雨林気候区に属し、高温多雨によって特色づけられる。Tab. 13-1にはソロモン諸島各地における年降水量を示した。レンネル島チンゴアでは、最近数年間は 3,000 mm 程度を記録しており、平均年降水量は 3,254 mm となる。

この値は、ホニアラ以外のソロモン諸島各地の降水量に近い値を示しており、最近 10 年程度の年降水量を代表するようと思われるが、より確かな議論のためには、長期の観測データの集積と熱帯地域における降水量の時間的・地域的変動に関する特性の把握が必要である。

次に、Fig. 13-2には年降水量の季節配分を見るために、チンゴアにおける月別降水量を示した。これによれば、明瞭な雨季、乾季は認められないが、6月～9月には比較的雨が少なく、10月～5月には比較的多いという傾向は認められ、10月～5月の多雨期には、6月～9月の少雨期に比べ2倍近い雨量を示す。これを反映して5 mm/日以上を記録する間隔は平均して、少雨期には1回/3～4日、多雨期には1回/2～3日となっており、また、降水日数については観測日数の50%を上廻っており、平均すると、1回/2日は降雨が記録されている。

気温については、降水量の記録にもまして観測データに乏しいが、通年ほぼ同様の傾向を示すものようで、平均気温は 27℃とされている。気温の変化は季節変化よりも昼夜の日較差、天候による差の方が顕著であるという熱帯の特色を示している。また、蒸発量としては 2,000 mm/年程度が推定されている。

(3) 地 下 水

レンネル島における地下水は、これまで述べてきた、気候、地形地質条件によって規定され、特色づけられている。

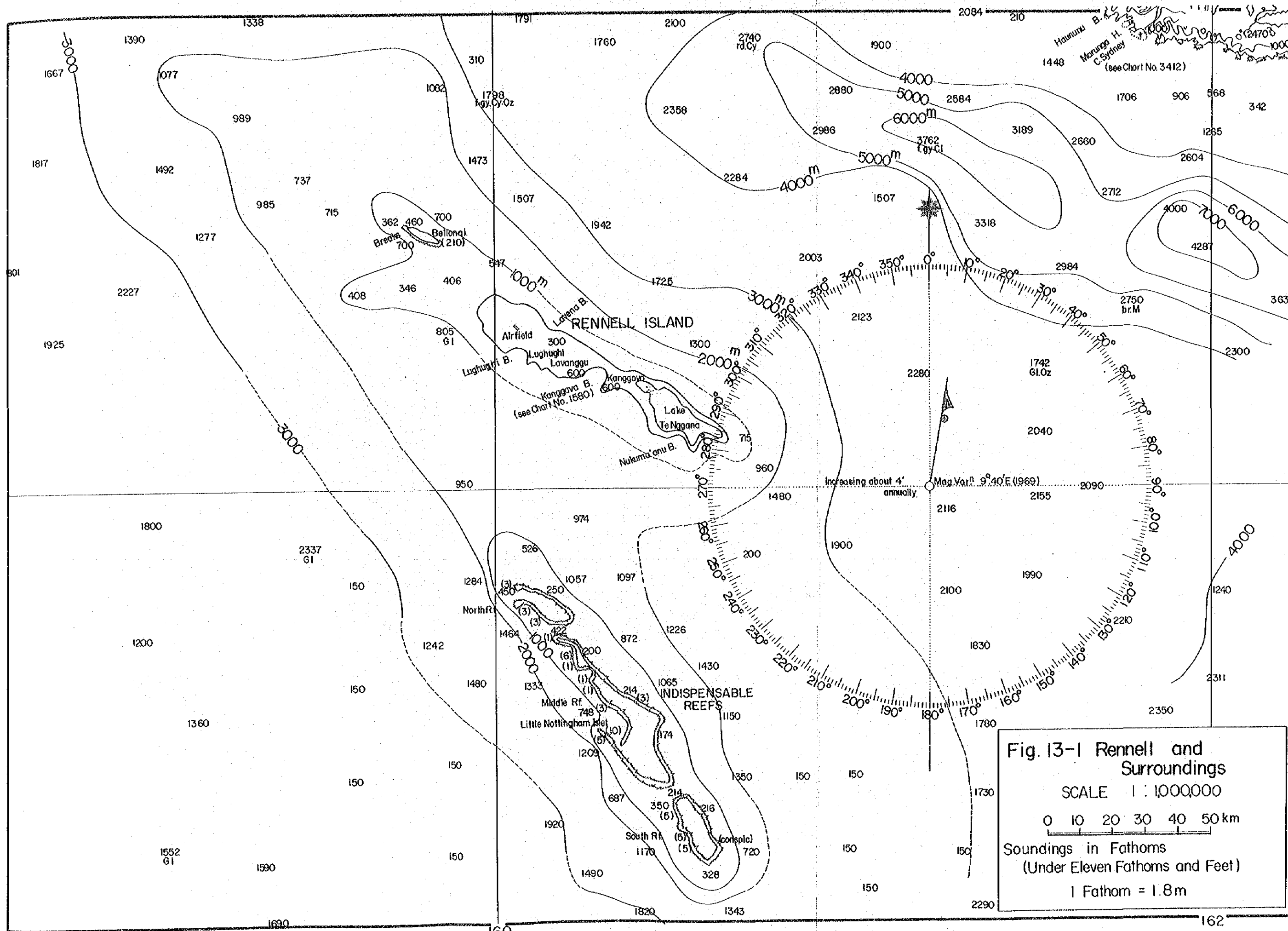


Fig. 13-1 Rennell and Surroundings
 SCALE 1 : 1,000,000
 0 10 20 30 40 50 km
 Soundings in Fathoms
 (Under Eleven Fathoms and Feet)
 1 Fathom = 1.8m

Tab. 13-1 Annual Precipitation

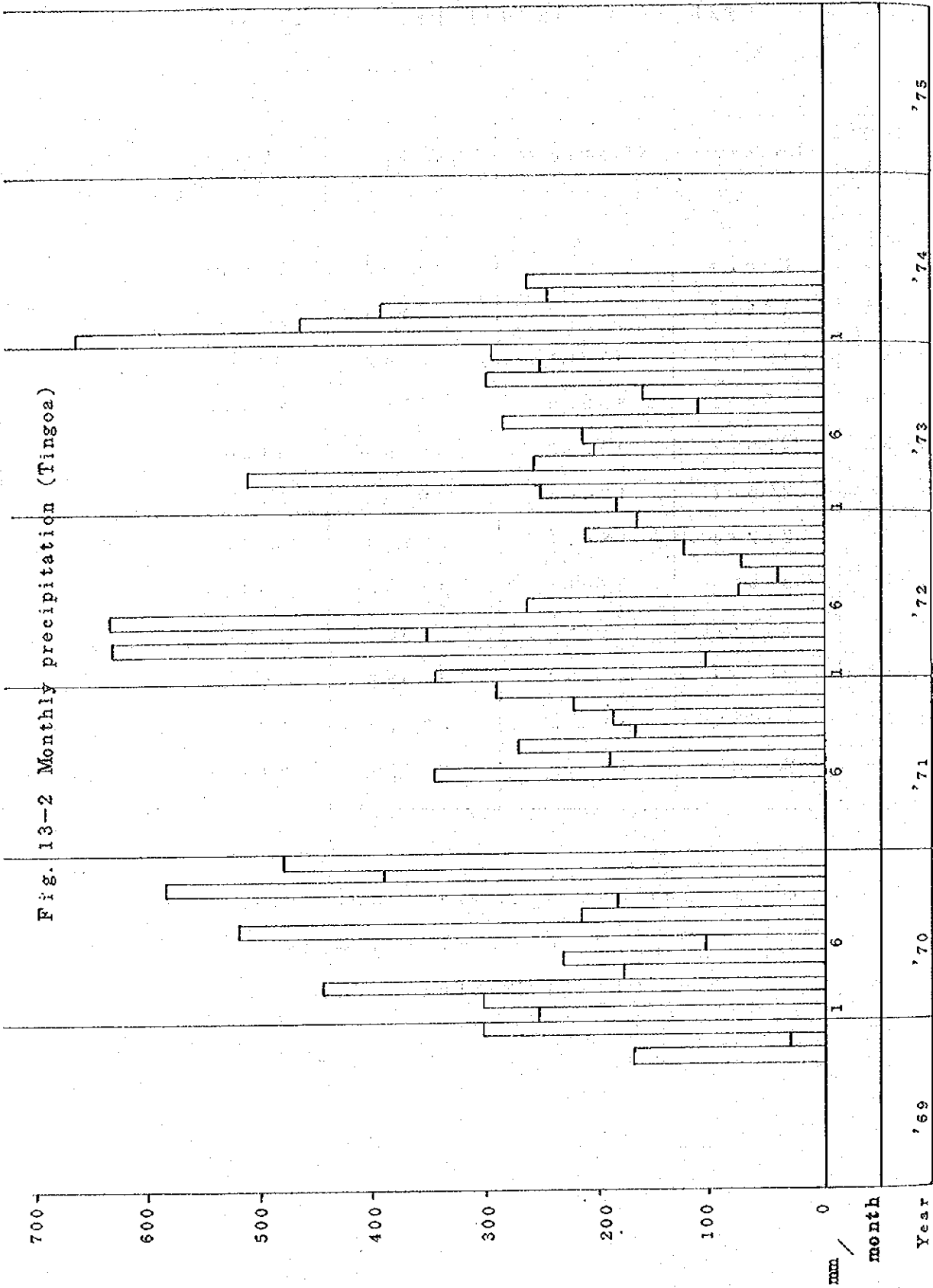
Unit: mm

Place Year	Honiara	Kirakira	Auki	Munda	Tingoa*
1963	2067.4		3080.6	3305.1	
1964	1608.2		3249.0	3106.2	
1965	2434.7	4986.8	3646.2	4444.5	
1966	1566.1	3085.9	2751.9	3340.4	
1967	2962.7	4634.8	3829.6	4190.0	
1968	2067.7	4006.6	3836.2	3744.8	
1969	2128.4	4867.7	3571.3	4201.5	(1988)
1970	2560.9	3791.5	4480.6	3424.5	3842
1971	2401.2	4178.8	3855.3	3221.6	(2678)
1972	2905.6	3339.2	3108.8	3954.1	3106
1973	1823.6	3159.3	3627.2	3275.2	3004
1974	2058.8	3470.1	2963.7	2805.2	(4874)

Data: "Solomon Islands Annual Report 1974

P.173, Meteorological Data"

*.....Mitsui Mining & Smelting Co., LTD.



年間3,000mm程度と推定される多量の降雨にもかかわらず、河川はなく、降雨は蒸発散するか地下浸透している。

これは、島を構成する石灰質岩がカルスト化作用によって、地下に多数の空洞を有し、非常に良好な透水層となっているためと推定され、地下浸透した雨水は島の周辺から海水中に流出している。また、島の深部には海から塩水が入り込み地下水体はその上にレンズ状をなして存在しており、地下水の挙動は、石灰質岩という良好な透水層を通して海水と、その挙動とに密接に関連している。

13-3 将来使用水量の推計

将来使用水量については、総人口、一人当たり消費量、水質、気候及び工業用水量等の大口使用によっても異なってくる。特に使用水量を大きく左右する工業用水と人口について検討してみる。

工業用水については、アルミナ工場操業計画よりみると平均したアルミナ出荷を見込んでおり、よって工業用水 $Q = 18,000$ t/日の変化はあまりないと考えられる。

後の人口についてはレンネル島では現在約1,300人の生活者があり、計画中のアルミナ工場の操業要員が約1,000人、造林労働者が約300人とそれらの家族が考えられる。しかし、アルミナ工場の操業開始後については人口の自然増及び社会増が考えられる。

推計に当たっては、ソロモン全体の傾向より行うのでソロモン群島の表13-2に示す人口動態を基本とする。

表13-2 ソロモン群島の人口動態

年 度	1966	1967	1968	1969	1970
人 口 動 態	142,740	145,630	148,800	152,000	160,998

推計方法としては種々考えられるが今回は等比級数的推定法を用いる。

$$P_n = P_0 (1+r)^n$$

ここで、 $P_n = n$ 年後の人口

$P_0 =$ 基本年人口

$r =$ 毎年の増加の割合

$n =$ 計算年数(年)

r については次の式より求める。

$$r = \left(\frac{P_0}{P_t} \right)^{1/t} - 1$$

ここに、 $P_t = t$ 年前の人口

$P_0 =$ 基本人口

$t =$ 年 数

まず、ソロモン全体の人口より増加割合 r を求める。

$$r = \left(\frac{160,998}{142,740} \right)^{1/4} - 1$$

$$\approx 0.031$$

アルミナ開発時の予想人口は先に述べたように 8,675 人が見込まれる。

通常使用水量の推定は 10 年～15 年を目標としているので今回は 10 年を目標とする。

$$P_n = P_0 (1+r)^n$$

$$= 8,675 (1+0.031)^{10}$$

$$\approx 11,773 \text{ 人} \quad \text{と推定される。}$$

通常上水道は、生活の向上及び気候等により増減するものである。レンネル島での 1 人 1 日最大 150 l の使用を見込むものとする約 1,766 t/日の上水が必要となる。しかし、これに船への給水及び漏水、消防施設等を考えて 2000 t/日必要と考えられる。

よって、今回の用水計画では工業用水 18,000 t/日、上水 2,000 t/日の計 20,000 t/日の需要があるものとして以下の計画を進めるものとする。

● 第14章 用水施設の技術的検討

●第14章 用水施設の技術的検討

14-1. 調査地域の水理地質

本調査における調査地域は次のように選定された。

地下水の取水位置は、地下水賦存状態の予察から、海岸から遠く、地下水位の浅い標高の低い地域で、かつ、用水需要地に近い地域が適当と判断される。

したがって、アルミナ工場、ニュータウン、港湾等の用水需要地がカンカバ湾周辺に予定されていることから、西部レンネルの内陸盆地の東端部が取水地域として適当と考えられる。

そこで、調査範囲をFig. 14-1に示すように、タハウからナンガウに至る道路沿いを中心とした低地部に設定し、水池の分布、地形、地質、地下水賦存状況の把握を行い、図に示す位置を各種試験地点として選定した。以下、現地踏査、各種試験結果について述べる。

(i) 地形地質

内陸盆地の大局的な形態はかつての内湖を反映しており、比較的軟質な石灰岩がその堆積物であると推定されている。

ところで、この内陸盆地は一様な平坦面ではなく、10 m前後の起伏を有する地帯で、石灰岩の溶蝕を中心とする侵蝕作用によって二次的な地形が形成されたものと考えられる。

凹地には土壌が分布し、特に低い所では沼地となっている。これらの凹地は原地形の起伏を引き継いだものと考えられるが、ドリーネに端を発するカルスト地形の発展によって拡大、従順化した凹地もあるものと推定される。

調査地域は内陸盆地の最も低い地域の東端部にあたり、ヴァイタブ、タハウ付近の広い低平地から帯状に東方に入り組んだ低地部で、ナンガウが東端となる。

Fig. 14-2には、踏査によって確認した水池、沼地の分布、各種試験位置を示すとともに、道路沿いの地形と地下水位を東西方向の断面に投影した図を示した。踏査ルート沿いの地形地質状況はFig. 14-3のルートマップに示す通りである。

調査地域内の地盤高度を道路沿いの地形断面によってみると、全般にほぼ標高20 m以下となっているが、特に、ナガニブラ～テマイグ間及びマタギ～タハウ間に10 m未満の低いヶ所がある。この両ヶ所は踏査によって多くの水池、沼池が分布することが確認され、また、水準測量によって知られた地下水位から地下水断面線を引くと、地下水位は非常に浅くなっていることがわかる。すなわち、タハラ付近では地盤高3.5～5 m地下水位2 m、ナガニブラ付近では地盤高2～3 m、地下水位1 mとなっている。

さらに、地形断面をこまかくみると、上記のような大局的な起伏のほか、比高5 m程度以内の不規則な凹凸が認められる。ソイルポケットを利用したガーデンは、大局的な地形の低いヶ所の他に、ナンガウ、I-250付近の例のように、比較的平坦なヶ所、小さな凹地にも分布している。これは、ソイルの生成条件を反映したもので、ソイルの生成が、大局的な地形よりも、比高5 m程度の小さな凹地という地形単元に支配されていることを示している。

踏査の結果は、水池、沼地の位置、形状及びルート沿いの地勢、地質の大略を示すルートマップにまとめ、調査地域の東部、中部、西部ごとに、それぞれFig. 14-3(1), (2), (3)に図示した。

1) 調査地域東部 (Fig. 14-3(1))

当地域は調査地域の東端のナンガウからテマイゲに至る区間で、不規則な凹凸を繰り返しながら、ナンガウ付近の標高20 mから、ナガニブラ、テマイゲ付近の5 m未満に下っている。

ナンガウの西南方にある $\epsilon 1$ Pond は、直径50 m以上と推定される巨大な円形の凹地である。道路から $\epsilon 1$ に至るルートには、平坦部、局所的な凹地にはある程度の広がりをもったソイルポケットがある。その他の傾斜のある区間では堅硬な石灰岩が、溶蝕によって多くの小溝を生じ、その間の残留部は鋭い突出部となって残っている。石灰岩は微小な円柱形の空隙があるポラスな構造を示す。傾斜の緩いヶ所では50~60 cmの比高を有する小さな凹凸を示し、凹地にはソイルが溜まっている。傾斜の急なヶ所では石灰岩が直接露出し、時には基盤から分離して礫状化していることがある。

ルートは $\epsilon 1$ に近づくと次第に標高を増し、凹地の縁で最も高くなる。凹地は比高25 m強の急崖とそれに囲まれる底部とからなり、急崖の下部には崩壊物質による崖錐がみられ、底部はパンタナス、カカゲ等の湿地性植物の繁茂する沼池となっている。この凹地は谷によって外部と結ばれてはいないが、崖の下部には地下水を湛えた洞穴があり、沼池の水と連続しているものようである。また、崖には $N 30 \sim 35^{\circ} W$, $N 50 \sim 70^{\circ}$ の亀裂がいくらか認められる。

標高の低くなったナガニブラ付近ではその周囲に若干の平坦地を伴った沼池が広く分布する。

$\epsilon 2$ 地点は沼地の周辺に若干の平坦部をもち、特に東北と西側には小さな谷が入り込んでおり、その下流部には小さなソイルポケットが形成されている。沼池を取りまく斜面は、 $\epsilon 1$ 地点のような急崖ではなく比高10~15 m程度の斜面で、その南東側には沼地と同じ高度に洞穴があり、その中にも水面が連続している。 $\epsilon 3$, 4 地点付近は、沼地周囲の平坦部が比較的広くなっている。また、 $\epsilon 3$ 地点南の沼池はその全貌は明らかでないが、かなりの広がりをもっているものようである。

ナガニブラから小さな峠を越えたテマイゲは、付近に、ソイルポケットを利用したガーデンがある。

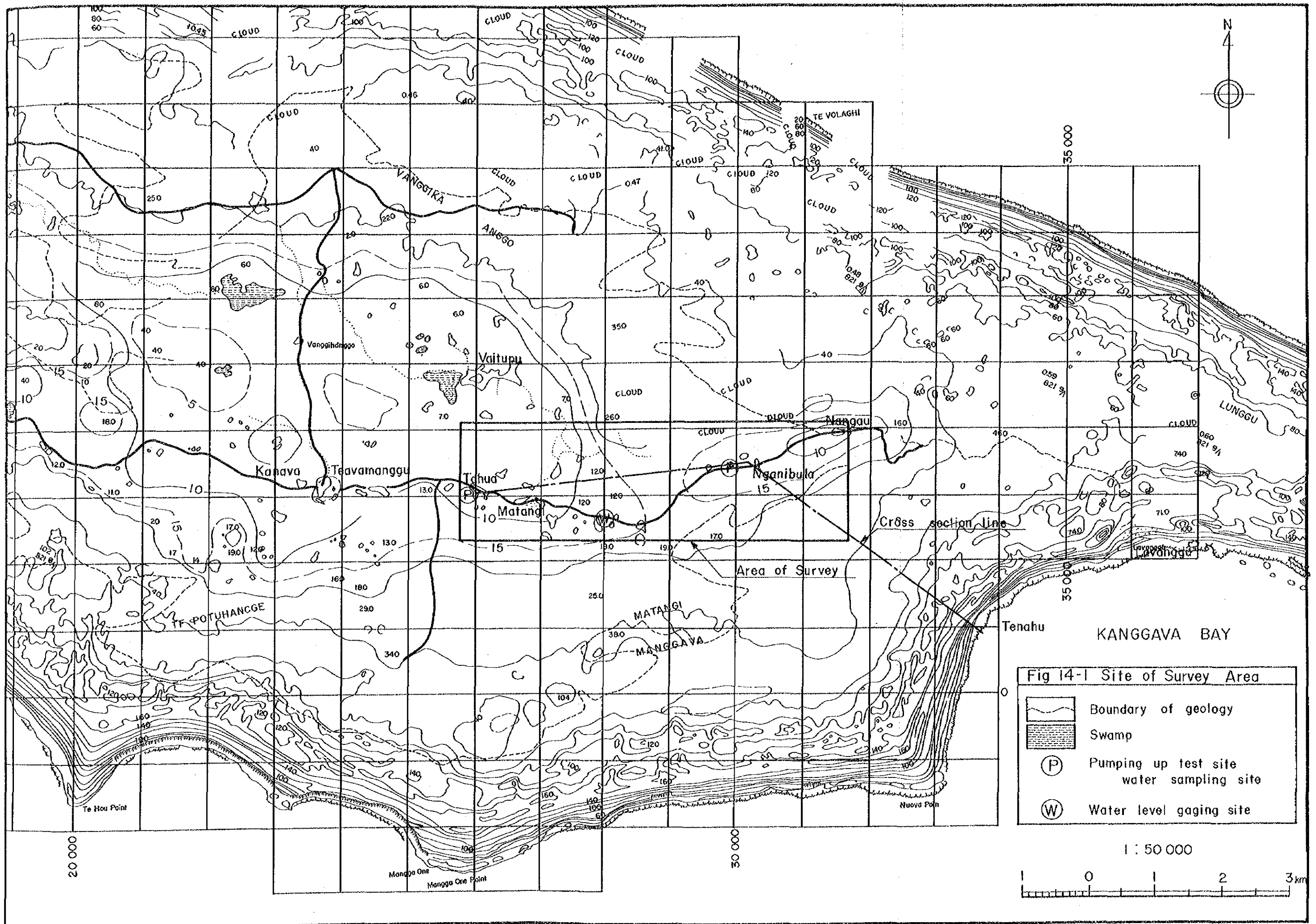
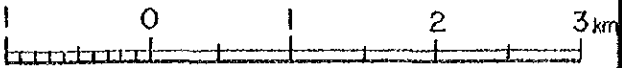


Fig 14-1 Site of Survey Area

	Boundary of geology
	Swamp
	Pumping up test site water sampling site
	Water level gaging site

1 : 50 000



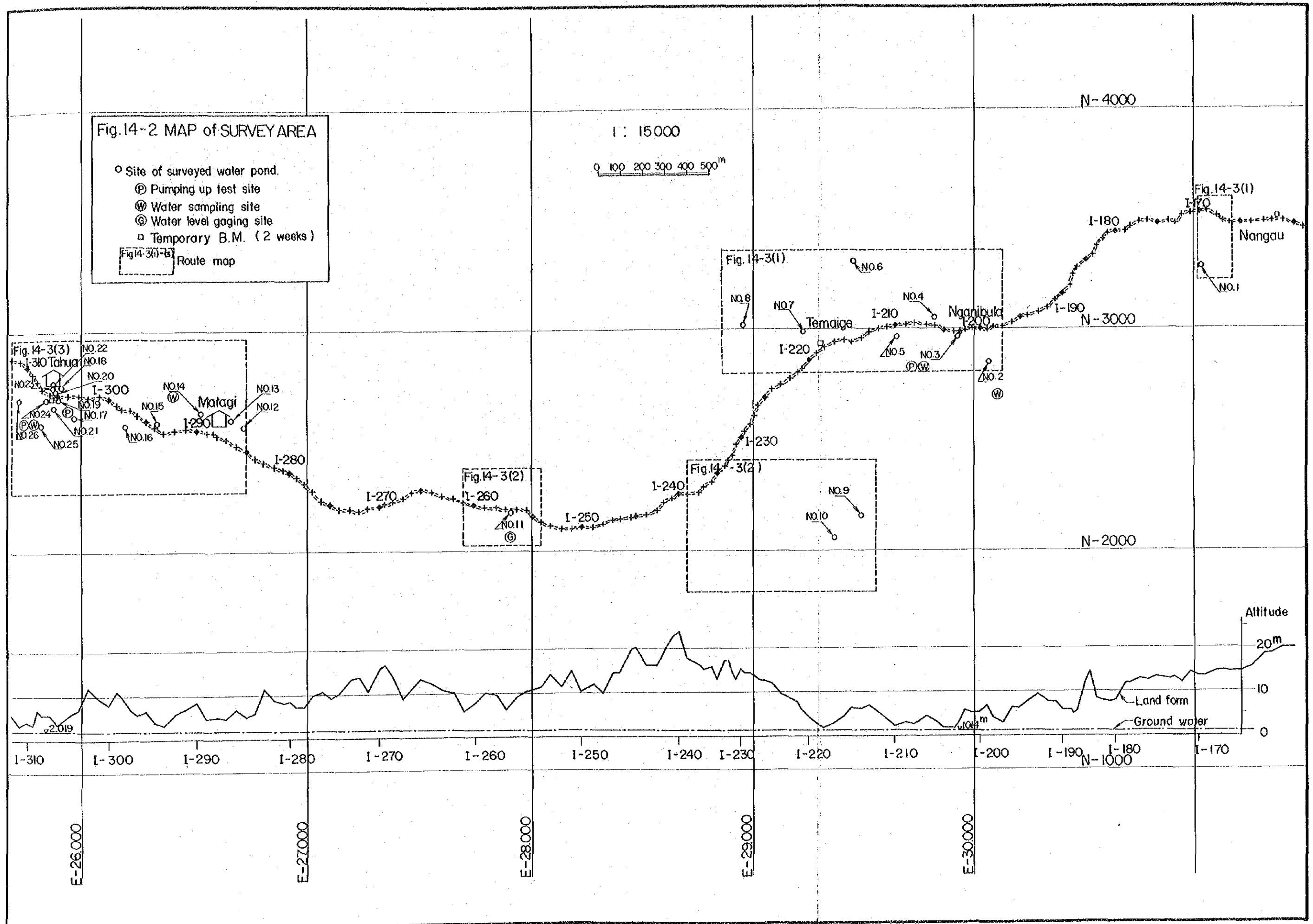








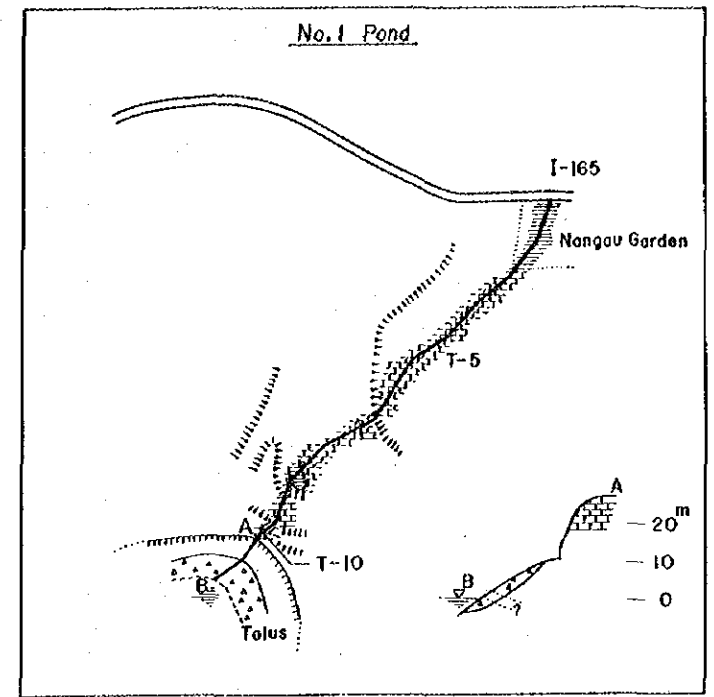
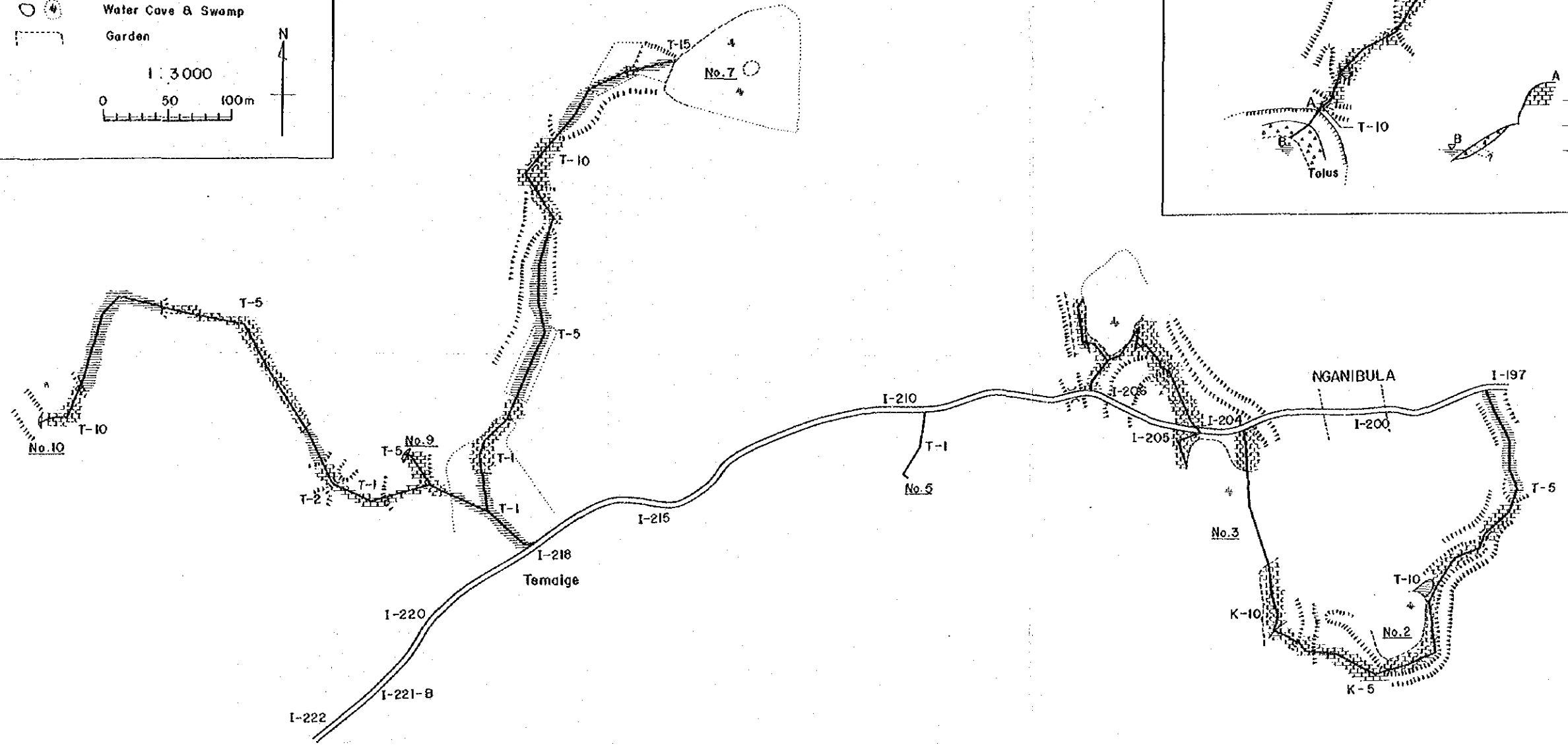


Fig 14-3 (1) Route Map (1)

-  Lime Stone
-  Lime Stone covered with thin Soil
-  Soil
-  Slope & Pass
-  Cliff (small)
-  Cliff (big)
-  Water Cave & Swamp
-  Garden

1 : 3 000
0 50 100m



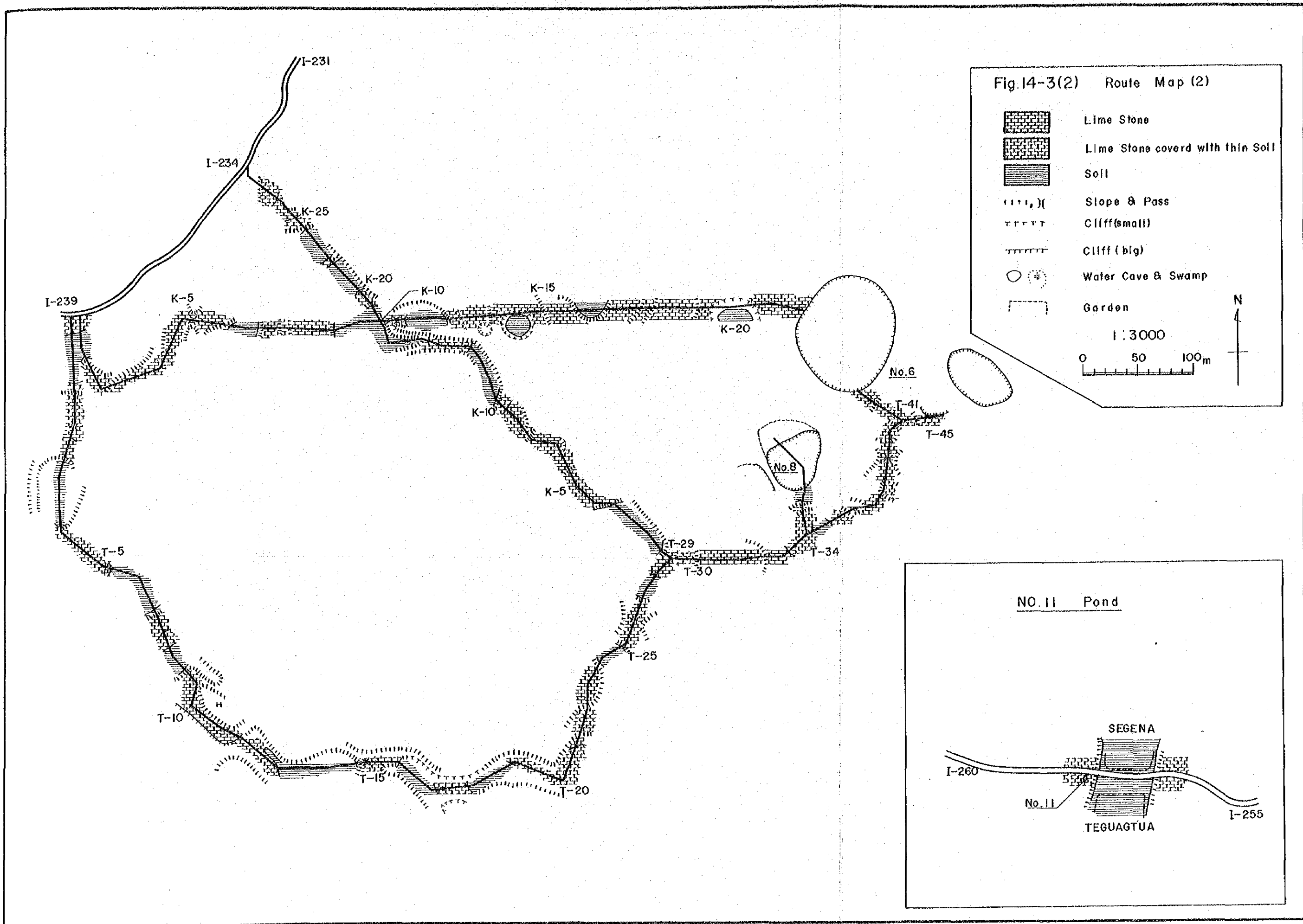










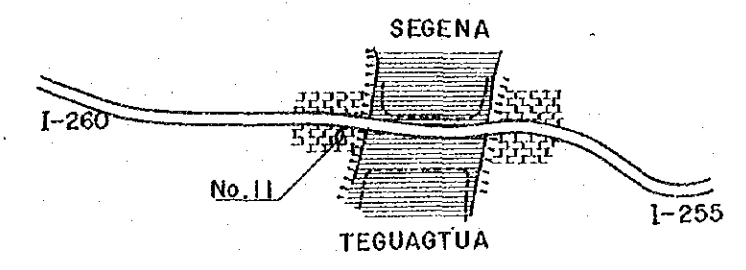
Fig. 14-3(2) Route Map (2)

-  Lime Stone
-  Lime Stone coverd with thin Soil
-  Soil
-  Slope & Pass
-  Cliff (small)
-  Cliff (big)
-  Water Cave & Swamp
-  Garden

1 : 3000
 0 50 100m



NO. 11 Pond



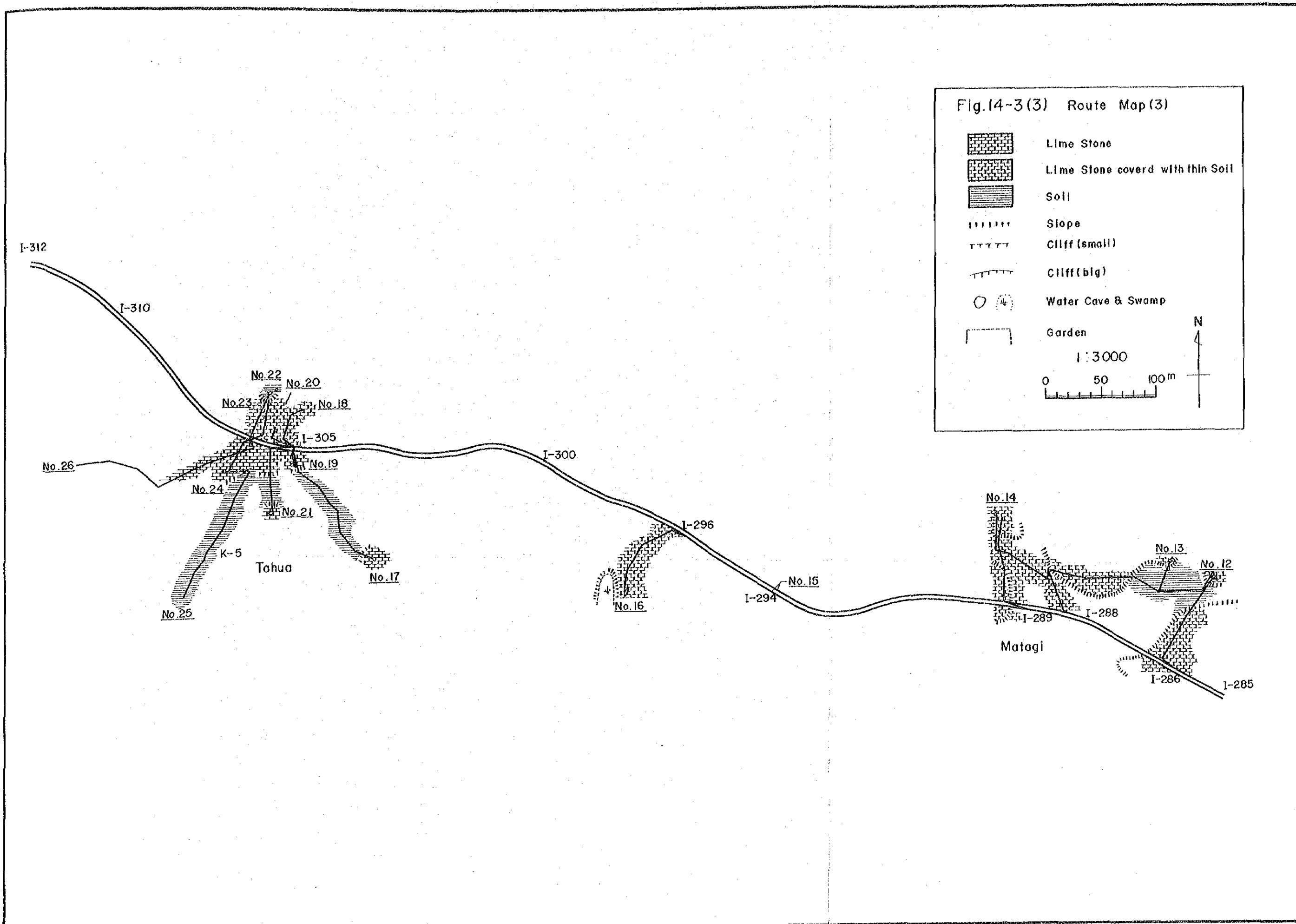


Fig.14-3(3) Route Map(3)

	Lime Stone
	Lime Stone coverd with thin Soil
	Soil
	Slope
	Cliff (small)
	Cliff (big)
	Water Cave & Swamp
	Garden

Scale: 1:3000
0 50 100m

N

㉞7地点は、100m四方程度と思われる沼池で、道路から沼池に至るルート沿いにはソイルポケットが広く分布する。一方、㉞9.10地点では、付近のソイルポケットから2~3m高くなった石灰岩地帯に形成された洞穴の中に地下水が認められる。

2) 調査地域中部 (Fig. 14-3(2))

当地域は、テマイグからマタギに至る区間で、ほぼ標高10m以上を有し、付近には、沼池、水池はあまり知られていない。今回確認された3ヶ所の水池はいずれも、高い地盤のヶ所に形成された洞穴、凹地である。

㉞9.10地点は道路から500mも入り込んだ地点で、ルートには帯状の凹地のソイルポケットの他、比較的新鮮な崖をもつ、直径10~数10mの円形凹地がある。その底はソイルに覆われていることもあるが、石灰岩の礫が露出していることもある。

㉞9 Pond は直径100m程度を有すると思われる巨大な円形凹地で、その周囲は15m程度と思われるオーバーハングした崖となっている。そのオーバーハングした崖付近には、鐘乳石、石筍等の鐘乳洞特有の地形が発達している。凹地の底は、鐘乳洞の溶蝕の進行により、その天井が崩落して生産されたと思われる石灰岩礫によって覆われる。地下水は、その底付近にあって、崖下の洞穴によって他のヶ所と連絡している。

㉞10 Pond は、半円を描く崖線を示し、一方は、鐘乳石の発達した大きくオーバーハングした崖、反対側は崩落による崖錐状の石灰岩礫が地下水面の位置まで押し出している。

自記水位計を設置した㉞11 Pond は、ソイルポケットの西側斜面の石灰岩中の小規模な洞穴である。

3) 調査地域西部 (Fig. 14-3(3))

当地域は、マタギ、タハウ付近のほぼ標高10m未満の区間で、多数の水池、沼池が分布する、なだらかな起伏を有する低平地である。

今回確認された水池はタハウ、マタギ両部落内とその周囲の比較的小さな規模のもので、ソイルポケットよりやや高くなった石灰岩斜面に形成されたものである。

マタギ付近は標高5m前後で、水池はソイルポケット脇のやや高い、乳白色のやや軟質の石灰岩が露出する所に小さな洞穴水となって存在する。径1m程度の洞穴の壁は層状の構造が認められ、ハンマーで容易に割れる程度であり、空隙も少なく、中部、西部地域の石灰岩とはやや異なる岩相を示す。

タハウ付近は、マタギ付近とほぼ同様の状況にあり、㉞22 Pond を除いて石灰岩中の小規模な洞穴水となっている。ソイルポケットはタハウの北部と南部にあって、特に北部のポケットは湿地状になる。㉞22 Pond は、その中にあって、池底には1mの泥が堆積している。他の水池は、径1m前後の洞穴で、地盤から0.5~2mの深さに水面がある。タハウの中心からやや

離れた No. 17, 26 Pond は比較的大きな洞穴水である。

(2) 地下水の性状

1) 地下水面の高度分布と変動

地下水面の高度分布については、従来から低いものとされていたが、今回の水準測量によってかなり信頼のできる結果を得ることができた。

水準測量の結果はすでに Fig. 14-2 に地下水断面として示した通りで、ナガニブラで約 1 m、タハウで約 2 m と非常に低くなっており、したがって、その水面勾配も非常に緩くなっている。

次に、地下水位の変動状態を調べるために、調査地域のほぼ中央部にある No. 11 地点の洞穴内に自記水位計を設置し、2 週間の記録をとるとともに、Fig. 14-1, 2 に示した揚水試験地点で一昼夜の水位観測を行った。以上の結果とラバングの海岸における潮位観測の記録を Fig. 14-4 に示し、地下水と潮汐の関係をみることにした。

まず、No. 11 Pond の記録をみると、地下水位変動の振幅は 12~18 cm あり、ほぼ 1 日周期の規則的な変動がみられ、振幅の極小は 12 月 11 日にあつて、その前後で大きくなる。

次に、潮汐の変動をみると、ほぼ 1 日周期の変動が明瞭に認められ、先の地下水位の変動パターンと一致する。その振幅は 39~80 cm と大きく変化し、極小は 12 月 12 日にあつて、その前後で大きくなり、半月周期で変化するものようである。

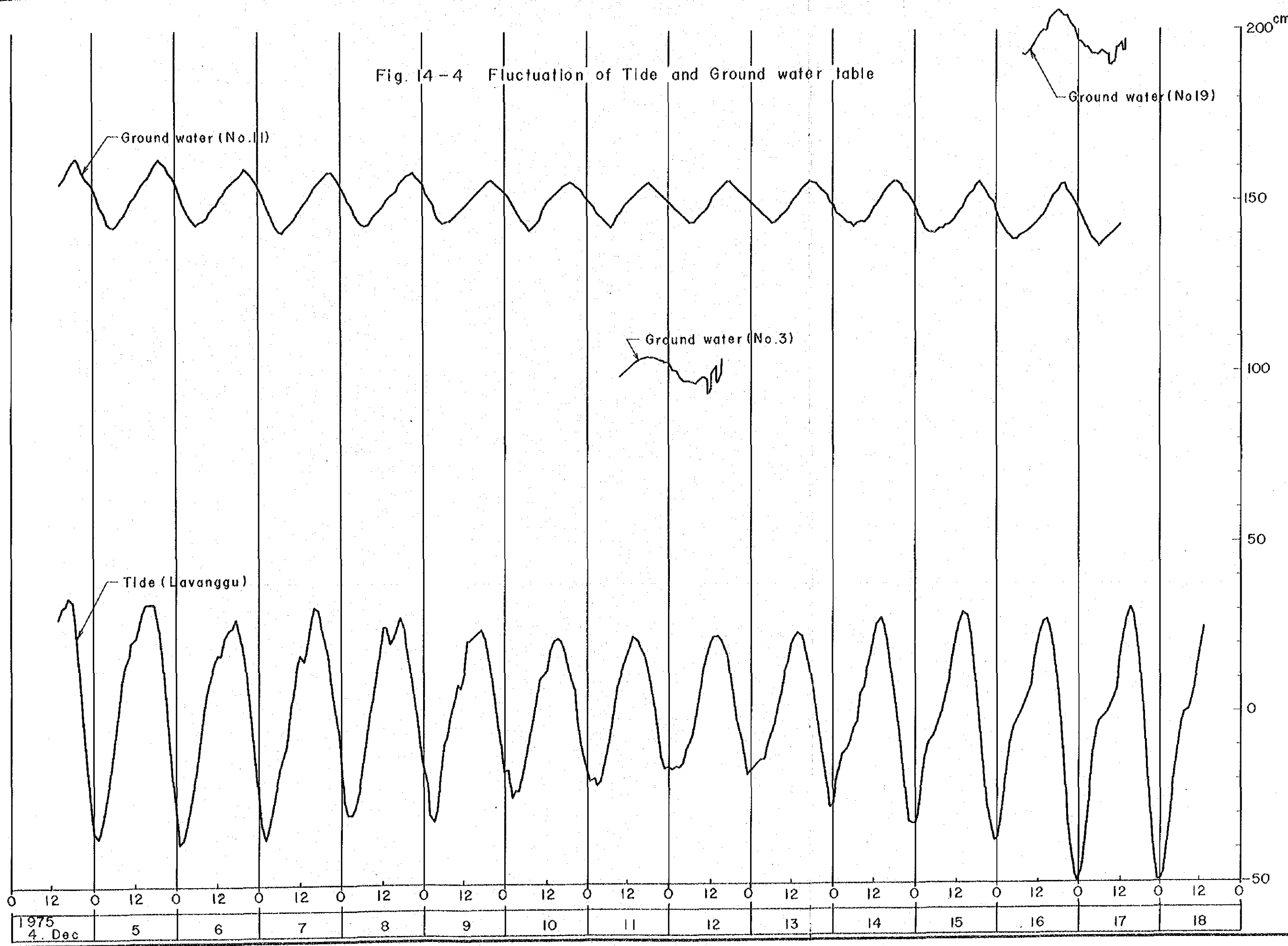
以上から、レンネル島の地下水の変動パターンは潮汐の変動パターンと類似していることがわかる。潮位の 1 日周期の変動と、振幅の変化にみられる半月周期と思われる変動とが、地下水位の変動にも明瞭に現われている。このことは、地下水と海水との関係が、後に示す Fig. 14-6 のような状態であると推定することに妥当性を与えている。

すなわち、調査地域における地下水は、潮汐によって変動を受ける、海岸にまで連続した地下水本体の一部であり、局部的に限定された宙水でないことが判明した。

ところで、地下水位の変動は潮汐だけでなく、同時に降雨にも強い関係を有する。潮汐は日周潮、半月周潮といった規則的な変動によって特徴づけられ、したがって地下水位に対しても規則的な日変化、半月変化をもたらすことになる。一方、雨の降り方は、年間の季節配分といった比較的長い時間スケールではある程度の規則性はあるものの、それよりも短い時間スケールでは不規則である。降雨によってもたらされる地下水位変動のパターンは具体的な雨の降り方に支配され、降雨後に高く、時間の経過とともに次第に低下する。

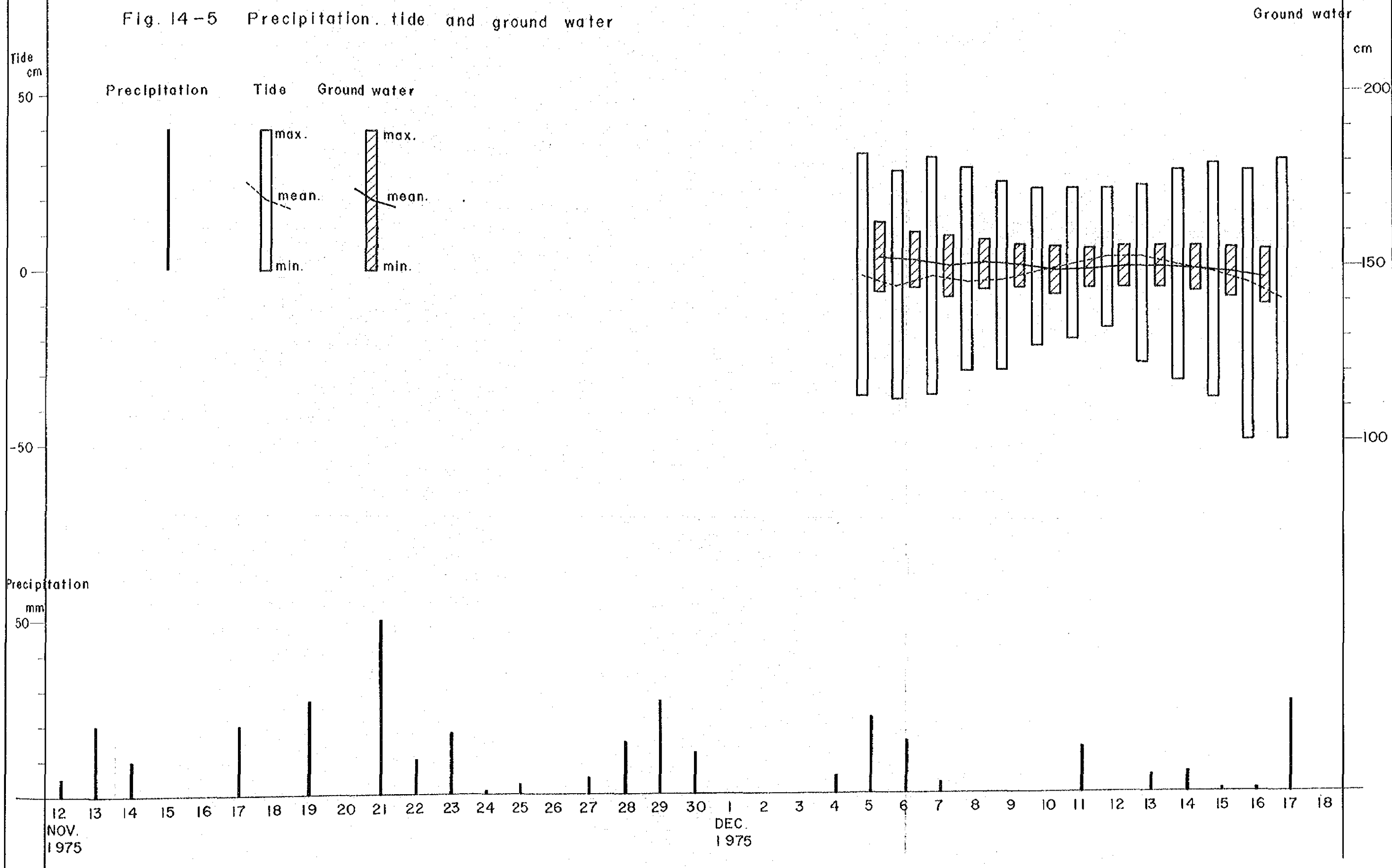
Fig. 14-5 には、潮位、地下水位の日較差、日平均値を示すとともに、ラバングで観測された日降雨量の値を図示した。これによれば、地下水位の日平均値は潮位の平均値の変動パター

Fig. 14-4 Fluctuation of Tide and Ground water table



1975
4. Dec

Fig. 14-5 Precipitation, tide and ground water



の影響を受けながらも、それとは別に、長期の水位低下傾向を示している。

降雨は、地下水の水位に降雨後どの程度の期間まで影響を与えているのか明らかでないため明確なことは云えないが、11月後半の降水量は12月前半の降水量の2倍以上あり、この点からは、長期低下傾向と対応しているといえることができる。

2) 地下水の流動状況

地下水の流動状況は、現地踏査による地下水性状の観察、後に揚水池として利用した $\phi 3$ Pond におけるトレーサー試験、地下水位の水準測量から知られる水面勾配等によって検討する。

踏査によって確認された多くの水池では、木片等の投入によって観察を行ったが、水は停滞し、流れは観察されなかった。踏査を行っている昼間は Fig. 14-5 で明らかなように地下水位上昇時間帯であったため、洞穴内の水面下の間隙から地下水が浸入して、水面を除々に高めていたと思われる。しかし、水面上で観察しうるような早さの流れは生じなかった。

ところで、仮に、流れが観察されたとしても、それは、その場所の間隙の方向、洞穴の形状に支配された局部的なもので、広い地域を代表しうるような性質のものではないと考えられる。

次に、 $\phi 3$ Pond において行ったトレーサー試験結果について述べる。試験地点の見取り図は Fig. 14-7 に示す通りで、後に、揚水池として利用した $\phi 3$ Pond をトレーサー投入池、その周辺の4ヶ所の水池を観測池としたものである。

トレーサーとしては、緑色の螢光色を発する染料であるフローレッセンナトリウムを用い、投入直前と投入後、320分にわたって、投入池、観測池で水のサンプリングを行い、肉眼によってサンプル水の濃度の階級区分を行った。

以上の試験結果をまとめたものが、Tab. 14-1 である。これによれば、投入池では、時間の経過とともに濃度が薄くなってゆく。一方、周囲の観測池をみると、Ob-2 では、25分後にはすでに到達し、その後、濃度が薄くなるのに対し、Ob-1 では、時間の経過に従って濃くなっている。また、投入池から5.4 m離れたOb-4では185分後から確認され、その後も「2.3」の濃度階級が続いている。これに対して、投入池から4.5 m離れたOb-3では320分後になってもトレーサーの到達は確認されなかった。

また、他のOb-5、Ob-10 (SWAMP) では到達が確認されたが、Ob-6~Ob-9 では確認されなかった。

以上のような事実から、トレーサーの到達は投入池からの距離によってのみ支配されるのではなく、表層付近の地質構造、凹地を埋めている泥等の条件が作用しているものと思われる。上記の観測池では落葉、泥が多量にたまり、基盤の石灰岩が覆いかくされている。また、流れが非常に遅いと想定されるため、トレーサー投入時に行った水との攪拌によって生じた流速が作用してい

ることも考えられる。

トレーサー試験結果から、流速を試算すると、

$$\begin{aligned} \text{Ob-4} & \dots\dots\dots \frac{5.4 \text{ m}}{185 \text{ min}} = 4.8 \text{ cm/sec} \\ \text{Ob-5} & \dots\dots\dots \frac{8.65 \text{ m}}{230 \text{ min}} = 0.06 \text{ cm/sec} \\ \text{Ob-10} & \dots\dots\dots \frac{20.3 \text{ m}}{300 \text{ min}} = 0.11 \text{ cm/sec} \end{aligned}$$

となる。しかし、この値にはトレーサー自体の拡散、攪拌によって生じた流速が加算されているとみるべきであろう。

現地踏査、トレーサー試験によって得られた結果は、非常に狭い範囲内で観察されたことをまとめたものであるが、次に、調査地域内の地下水の水準測量結果から推定される地下水面勾配をもとに地下水流速を試算してみる。

すでに、Fig. 14-2に示したように、タハウの地下水位は約2mで、ナガニブラの約1mよりも高くなっている。地下水面高度の平面的分布は明らかでないが、タハウ付近の地下水は、南方へ約5km離れた海岸と東方へ約4km離れたナガニブラに向う成分を持っていることが推定される。

そこで、後に述べる揚水試験結果によって得られた透水係数 $k = 5 \text{ cm/sec}$ を利用して流速を試算すると次のようになる。

$$\text{タハウ} \sim \text{ナガニブラ} \quad V = ki = 5 \text{ cm/sec} \times \frac{1 \text{ m}}{4000 \text{ m}} = 0.0013 \text{ cm/sec}$$

$$\text{タハウ} \sim \text{海岸} \quad V = ki = 5 \text{ cm/sec} \times \frac{2 \text{ m}}{5000 \text{ m}} = 0.002 \text{ cm/sec}$$

Tab. 14-1 Tracer Test Data

Time	Minutes	Remark	No. 3	Ob-1	Ob-2	Ob-3	Ob-4
Thu. 11 Dec 10:55			0	0	0	0	0
11:10	0						
11:35	25		5		2	0	0
13:15	125		3		2	0	0
13:35	145		3	1	1	0	0
14:15	185		3	1	1	0	2
15:00	230	Ob-5 Colored	3	1	1	0	2
15:30	260		2	1	1	0	2
16:00	290		2	2	1	0	3
16:10	300	Swamp- Ob6 } non- Ob9 } Colored					
16:30	320		1	2	1	0	2

Numerals Class of Relative Concentration

(3) 帯水層としての石灰岩層と地下水賦存状況

レンネル島の地形、地質、水理地質構造は、レンネル島のこれまでの生いたち（地史）の総和として発現しているが、地下水性状を基本的に規定する水理地質構造は、先に述べた、石灰岩からなる隆起環礁というレンネル島の基本的な特色にねざしている。

今回の現地踏査では、石灰岩地域に特有の円形凹地、盲谷、鐘乳洞等のカルスト地形が認められた。このカルスト地形の発達状態をみると、地盤の高い所では、比高の大きな新鮮な崖と、ほぼ地下水面と等しい高さに底部とをもつ円形凹地があり、その底には崩壊岩塊と地下水面とが認められる。

やや地盤高度の下った所では、形態的には円形凹地であるが、比高の小さな、新鮮さに欠ける崖と、その底部はソイルに覆われた小規模なものが認められる。

さらに地盤が下ると、もう円形凹地と認定できるような地形はなく、低平なソイルポケットや沼池となる。

このように、カルスト地形の配列には地盤高度、すなわち、地下水面からの比高によって、規則性がある。雨水、地下水の溶蝕によって発達するカルスト地形は地下水面を基準として作用するものであるから、もともと溶蝕基準面に近い内陸盆地では、従順な地形、沼池等で示される地形進化の進んだ段階にありこれに対して、溶蝕基準面より地盤高度が高いほど、溶蝕によるカルスト化作用は現在でも活発に行われ、地形進化の初期の段階にあるといえる。

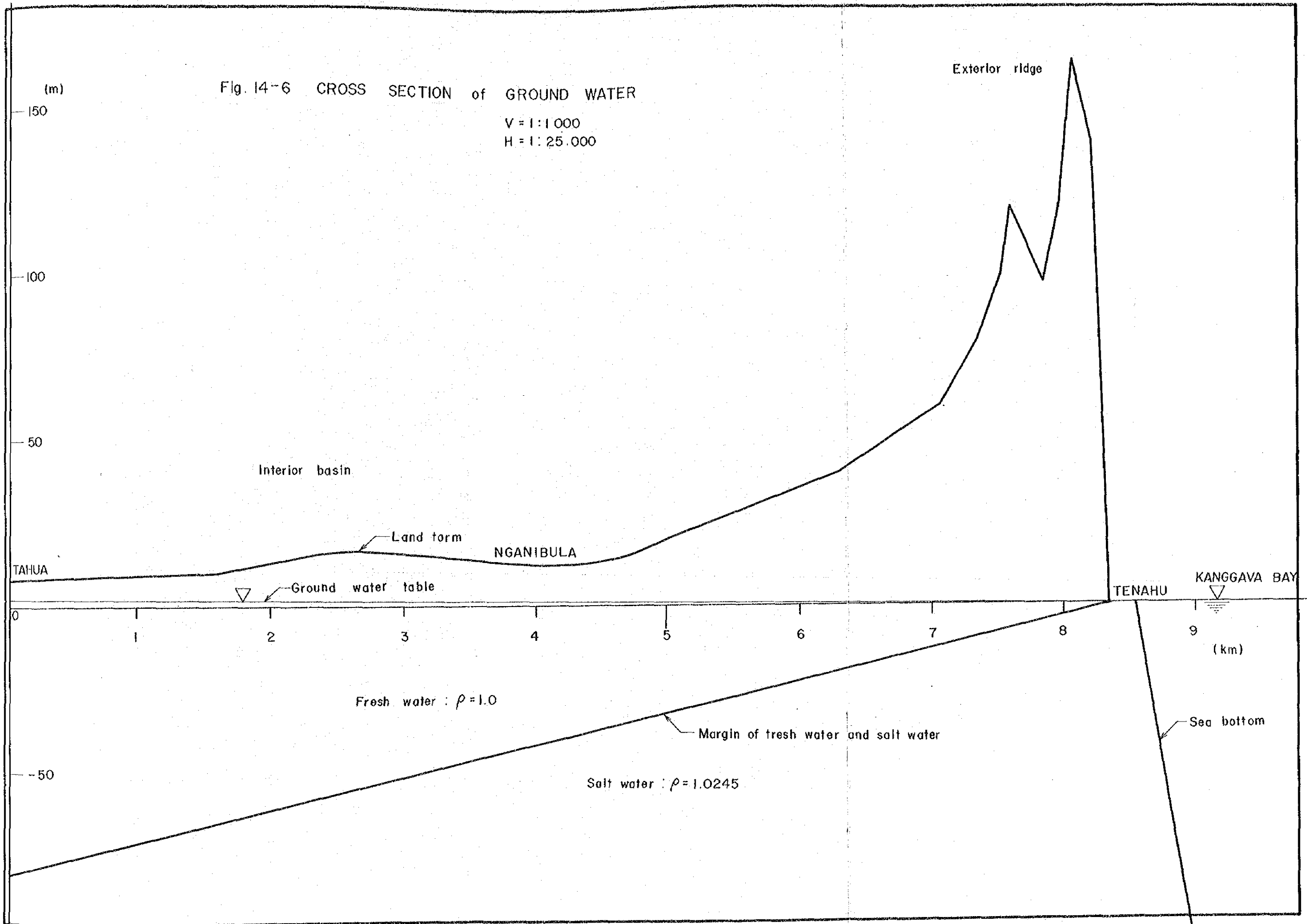
いずれにしても、レンネル島と海面との高度関係がほぼ現在のような状態に安定して以来、カルスト地形に代表される現在の地表形態と地表付近の内部構造の生成・発展は、この地下水面を基準として営まれ、地下水面以上では、垂直方向の溶蝕が、地下水面付近では、水平方向の溶蝕が卓越しているものと思われる。

一般に岩盤地帯の地下水は、そこに発達する裂か、層理等の分布に支配されるが、溶蝕が活発であるという特異性を有する石灰岩地帯では、石灰岩の形成過程に由来する地質構造のほか、その後2次的に作用する溶蝕による空洞の分布に支配される。

したがって、当初、層理、節理、裂か等の地質構造に支配されていた地下水の流動は、そのような地質構造に支配されつつも、次第に溶蝕による空洞を拡大、連結して、内陸盆地から海岸に至る地下水面付近に、大小様々の空洞網を形成しつつあるものと思われる。

このようにして形成される透水性の良好な石灰岩層は、レンネル島と海面との位置関係が変化する中で、島自体が形造られてきたという生いたちを考えると、海面下の島の深部にも分布しているものと考えられる。

このような想定は、すでに述べたように、地下水位が潮位に影響されて敏感に変動していること、また、チンゴアの地下50 m付近では塩素濃度の高い地下水が検出されているという事実



よっても支持される。

以上のような現地調査結果をもとにした水理地質状況の考察から、地下水の賦存状態を Fig. 14-1 に示した断面線に沿って推定すると Fig. 14-6 に示すようになる。

透水性の良好な石灰岩からなるレンネル島では島の深部に塩水が浸入し、その上位に淡水の地下水がレンズ状に重なっている。地下水面高度はナガニブラで約 1 m、タハウで約 2 m と非常に低く、淡水と塩水との密度の関係から両者の境界線は図に示す位置にあるものと思われる。

したがって、調査地域に分布する地下水はそれぞれ別個の地下水体ではなく、レンネル島における地下水の本体であり、かつ、唯一のものと思われる。

14-2. 揚水試験

前節では、現地踏査、各種調査結果から調査地域の水理地質状況について検討し、調査地域内の各地で確認された地下水が一連のものであり、その結果、それが取水の対象となりうる唯一の地下水体であることが推定された。

そこで、揚水試験はこの地下水体を対象として行うこととなり、その試験適地を以下のように選定した。

揚水試験は、地下水の取水可能量を定量的に算定して、取水計画の基礎資料を提供するものであり、実際の用水取水ケ所を想定して、その位置で試験をすることが望ましい。

用水取水ケ所としては、前述のように、用水施設の経済性、安全性から、需要地に近く、計画道路に沿った、地下水面深度の浅いケ所で、かつ、海岸線からなるべく遠い地点が望ましい。

ところで、揚水試験は限られた条件下で、実際の用水取水時に較べ小規模に行われるため、試験適地としては地下水面ができるだけ浅く、自然水池が多く分布するケ所があげられる。

本調査では現地調査結果にもとずいて上記の条件に適するケ所として、ナガニブラ、タハウを選定し、試験地点付近の見取図の作成、一昼夜の継続水位観測、揚水試験を実施した。

以下、両地点における水位観測、揚水試験の経過について述べる。

(1) 揚水試験の経過

1) ナガニブラ

ナガニブラは調査地域東部の沼地の多い地盤の低い地区に位置する。

揚水試験地点付近の状況は Fig. 14-7 に示す通りで、揚水試験地点は、東北側の斜面と南・西側にある沼地との間の平坦地である。地盤高度は 2 m 前後と低く、したがって地下水面深度も非常に浅くなっている。

試験地点の地表は数 10 cm 程度の小さな凹凸のある石灰岩地で、隙状化している所もある。

Fig. 14-7 SKETCH OF PUMPING TEST SITE (NGANIBULA)

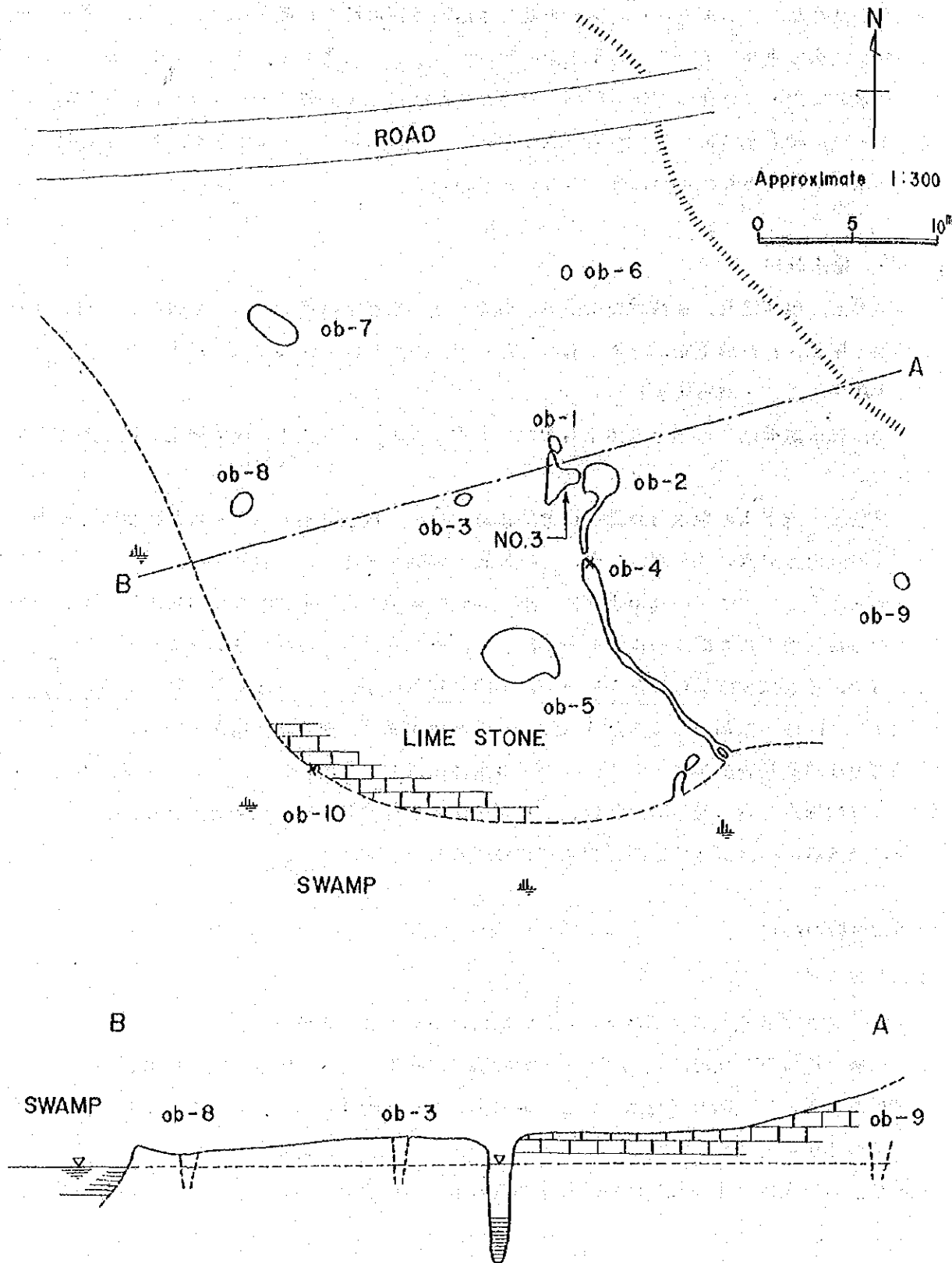


Fig.14-8 Exchange of ground water at Nganibula

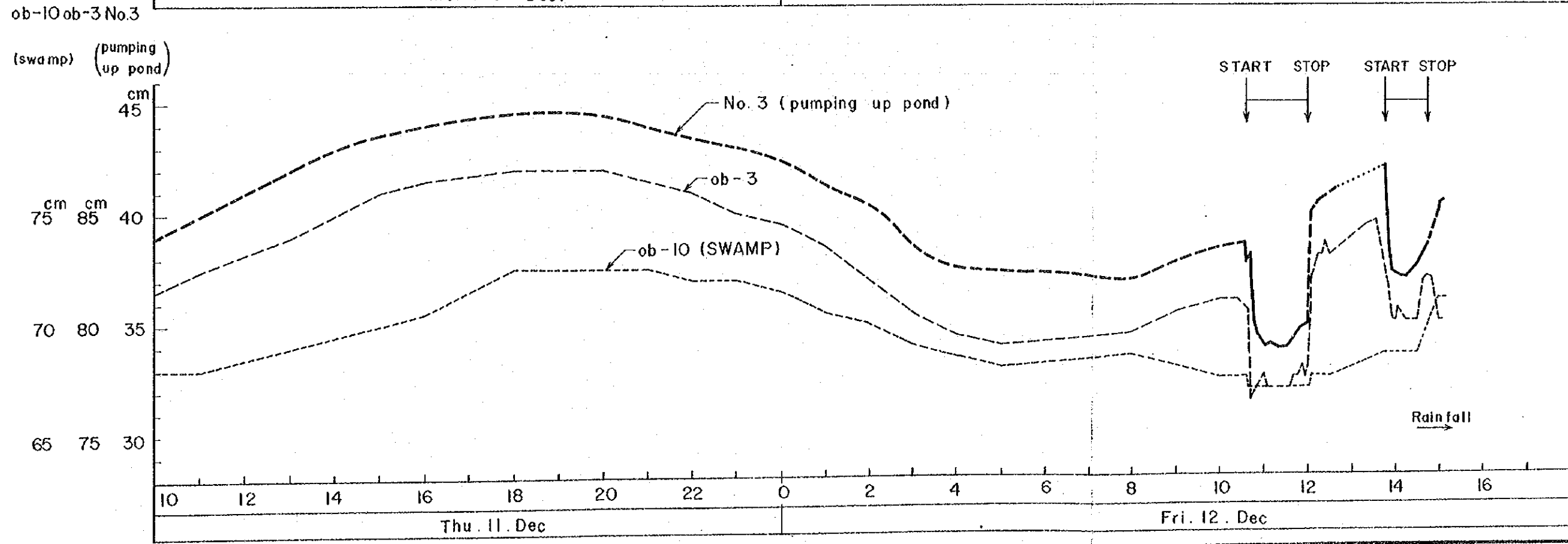
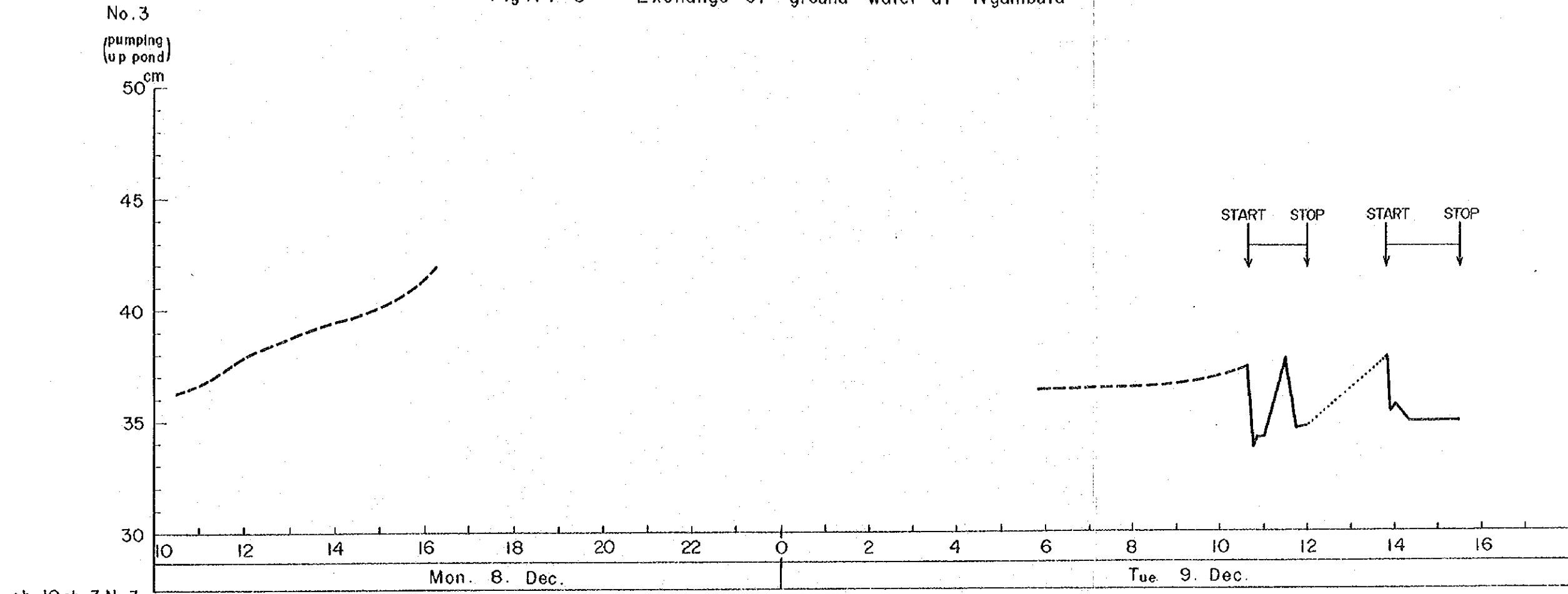
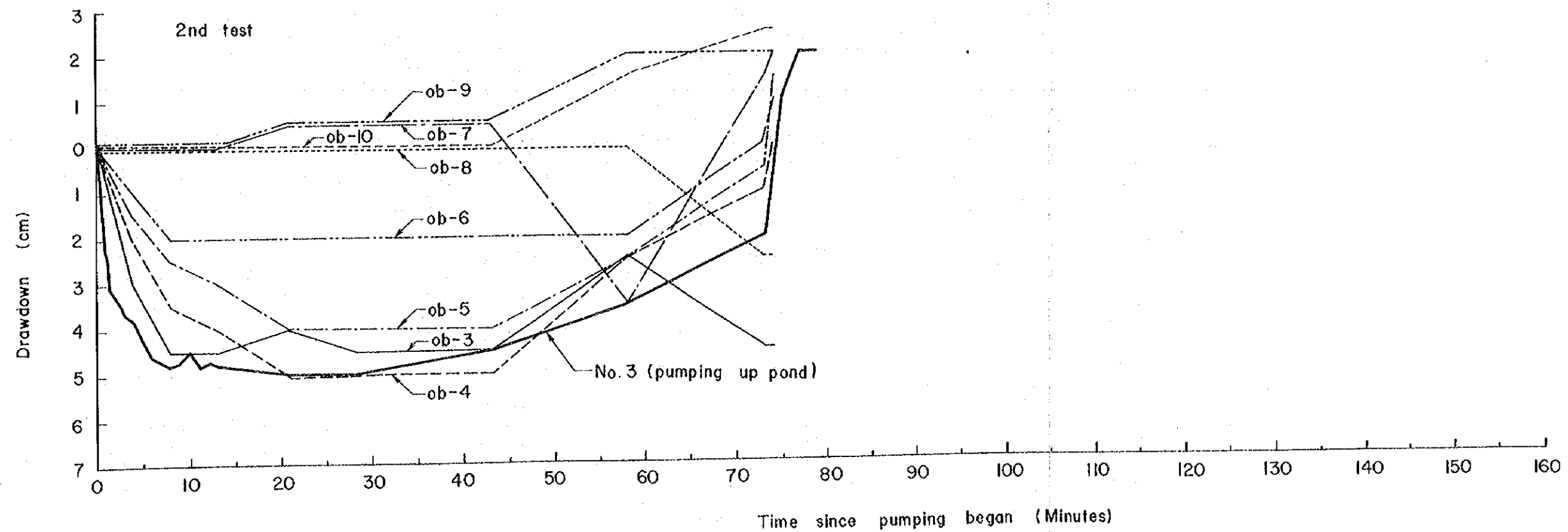
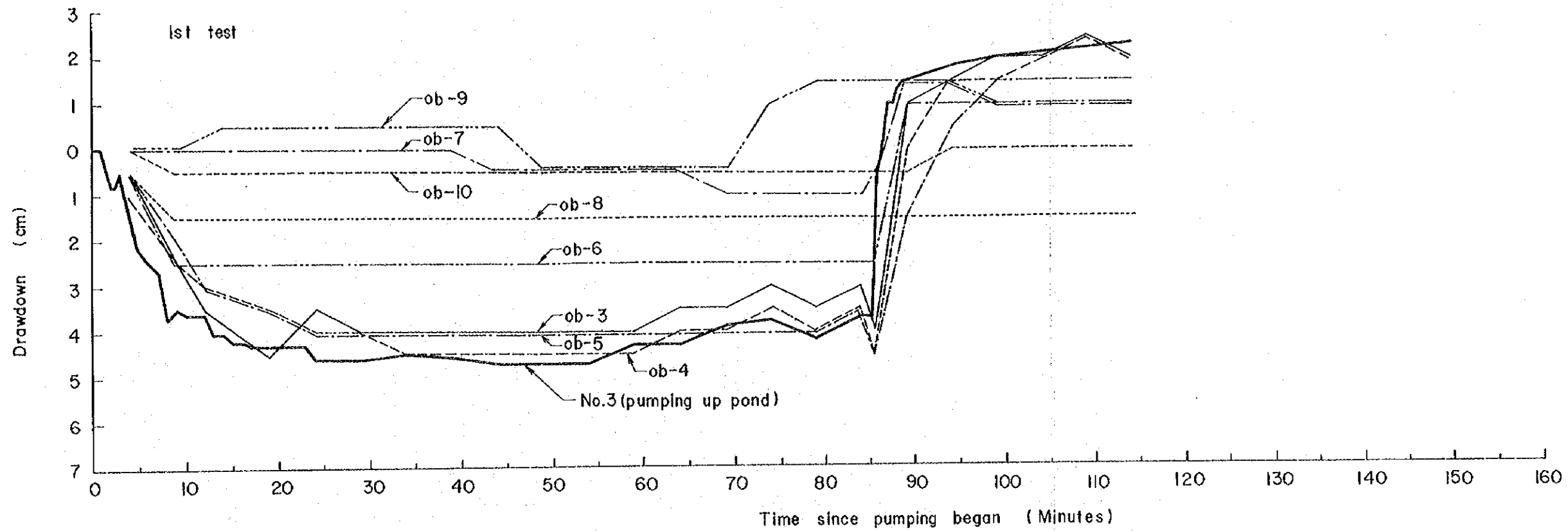


Fig. 14-9 Drawdown by pumping up test at Nganibula



凹地部には落葉泥が堆積しており、比較的大きな凹地には地下水面が現われ小さな池となっている。

揚水試験は平坦地の中心付近にある池を揚水池とし、そこから5～20 m程度の距離にある周囲の池を観測池として行うこととした。

本ヶ所では12月8日(月)～12月12日(金)にかけて、予備試験、一昼夜連続水位観測、および本試験を行った。

このデータにもとずいて、揚水池、Ob-3, Ob-10(沼池)での水位変化を図示したのが、Fig. 14-8である。この図によって、すでに述べたように、地下水の潮汐による変化の様子とその周期的地下水位変化のどの時点で揚水試験が行われたかが知られる。

潮汐による水位変化をみると、その振幅は5.5～8 cmとなっており、朝の5～8時に最も低く、その後上昇し、夕方の18～20時に最も高くなる。3ヶ所のうち、沼地での水位変化の振幅が5.5 cmと最も小さく、また、水位変化の推移も若干遅れる傾向があり、沼地では潮汐に対する反応が鈍くなっていることが認められる。これは、沼地では、その大きな広がり比べて、潮汐の挙動を伝達する海からの地下連絡路が少ないか、その成因から考えて、比較的厚い泥の堆積物が基盤岩を覆っているためと考えられる。

揚水試験はこのような周期的水位変化の中で水位が上昇を続けている昼間に行われた。12月12日(金)に行われた本試験の結果をみると、水位は揚水開始直後に急速に低下し、また、揚水停止直後に急速に回復している。急速な水位上昇の後は本来の緩やかな水位上昇を示し、揚水開始前の水位上昇の傾向とスムーズに連なっている。すなわち、揚水は地下水位に若干の水位低下という影響を与えたものの、揚水停止とともに、揚水による影響は急速に消え、元の平衡状態に復帰している。

Fig. 14-9には2回の本試験の水位データを、揚水開始時の水位を0 cmとして、揚水開始後の揚水池、観測池の水位変化を示した。揚水開始直後の5～10分間に水位は急速に低下し、次第に周辺の観測池にも影響が現われ、揚水池よりやや遅れて水位低下が進行している。特に、第2回試験では、揚水池からの距離に応じて、水位低下が遅れて進行している様子が認められる。

しかし、揚水池から約15 m以上離れているOb-7, 8, 9, 10では水位低下はほとんど波及していない。

揚水池の水位低下は約5 cmで安定し、揚水開始後1時間位継続するが、その後はゆるやかな水位上昇が認められる。この上昇速度は、揚水開始前、揚水停止後に見られる潮汐による緩やかな水位上昇と似た傾向を示す。しかし、第2回試験では揚水開始後45分以降に強雨に見舞われ、その分だけ、水位上昇の速度が急になっている。

2) タハウ

タハウは、調査地域西部にあってマタギとともに標高5m前後の低い地域に位置する。

揚水試験地点付近の状況はFig. 14-10に示す通りで、3m程度の起伏のある地帯に水池が散在する。微高地は5m前後の標高で石灰岩からなり、低地は3m程度の標高でソイルポケットとなっている。地下水位は約2mと浅く、水池は微高地の石灰岩中のCave Waterとして存在するが、地盤の低い北部ではソイルポケット中の沼地となっている。各水池は石灰岩中の空洞によって連結され、ほぼ一定の水位を保っているものと思われる。

揚水試験は、 $\#19, 24$ を揚水池とし、そこから35~140m程度の距離にある周囲の池を観測池として行った。

当ヶ所では12月15日(月)~12月17日(水)にかけて、一昼夜連続水位観測、揚水試験を行った。揚水試験は15日(月)には $\#24$ を揚水池とし、17日(水)には $\#19$ を揚水池として行った。

このデータにもとずいて、 $\#17, 19, 22, 24$ での水位変化を図示したのがFig. 14-11である。一昼夜観測によって水位の日変化をみると、ナガニブラと同様の推移を示すが、その振幅は10~15.5cmと大きな値となっており、潮汐に対する反応がナガニブラよりも敏感となっている。これは、ナガニブラの水池が、凹地に地下水が現われているのに対して、タハウでは、Cave Waterのため、植物の葉枝、泥等が入りにくく、潮汐の影響が伝わりやすいためと考えられる。

Fig. 14-12には、3回の揚水試験の水位変化をFig. 14-9と同様の方法によって表現した。

第1回試験では揚水池($\#24$)以外では水位低下は認められないのに対し、第2回試験では、揚水池で約3cmの水位低下がみられるとともに、 $\#22, 23$ においても最大5cmの水位低下がみられた。ところで、 $\#22$ の最も低下した水位は、前日(16日)の10時頃の最低水位とほぼ同様であることから、揚水時間中に認められた水位低下を揚水による結果と断定することはできないが、 $\#23$ においても揚水池と似た水位変化の推移が認められることから、各水池間には相互のつながりに軽重があり、特定の水池と密接に連絡していることが伺われる。

第3回試験では、水池相互の関連を把握する一例として $\#19$ で揚水した地下水を $\#24$ に注入し、第2回試験結果と差異が認められるかについて検討を行った。その結果、顕著な差異は認められないが、揚水量の若干の減少率以上に水位低下量が小さくなっていることから、 $\#24$ から $\#19$ への地下水の循環があるものと推定される。

(2) 透水係数の算定

これまで述べてきたように、調査地域の地下水は、石灰岩層中の大小様々の空隙を満たして

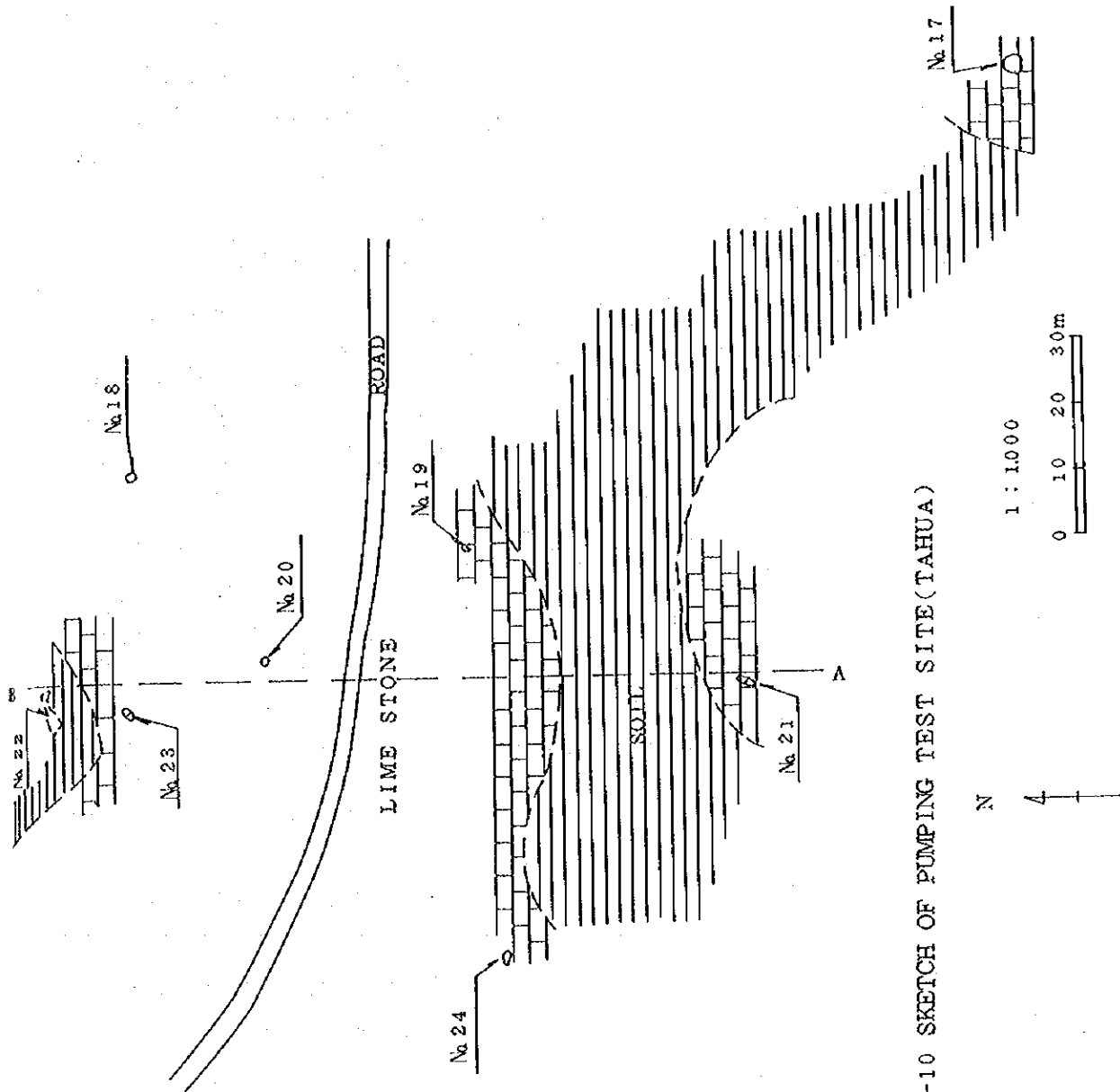
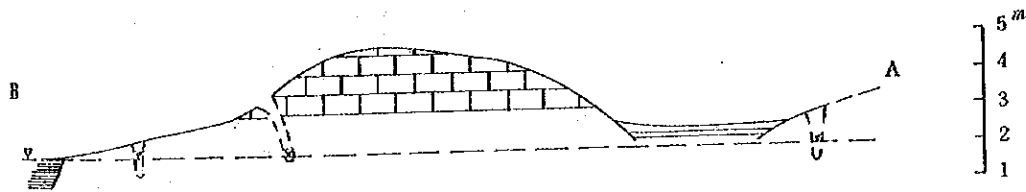


Fig. 14-10 SKETCH OF PUMPING TEST SITE (TAHUA)



いる、いわゆる空洞水、裂か水と称される自由地下水と考えられる。この地下水体はその下限を通常の地下水体のような不透水層によって境されているのではなく、レンネル島地下深部に入り込んでいる塩水の上にレンズ状に賦存しているものと考えられ、その帯水層の層厚は数10 m以上と想定される。

したがって、今回の揚水試験には、下限に不透水層を有する未固結層中の地下水の解析に対して用いられる一般的な公式を適用することは妥当でない。しかし、当地域の地下水定量化の前提としての帯水層の定量的評価を行うため、揚水池を井戸底が帯水層の下限（不透水層の上面）と違っていない不完全井と見なした。かつ、空洞、亀裂の分布の規則性は明らかでないが、大局的には、空隙分布が均質で未固結層と類似したものと見なして解析することとする。

そこで、不完全井における湧水量の算定式のうち、透水係数を比較的小さく見積っている次式を用いて透水係数を算定することとした。

$$k = \frac{Q}{2\pi S r}$$

k : 透水係数 (cm/sec)

Q : 湧水量 (cm³/sec)

S : 水位降下量 (cm)

r : 池の半径 (cm)

ナガニブラ、タハウでの揚水試験データをもとに透水係数を算定すると Tab. 14-2 のようになる。

この結果によれば、透水係数は $10^0 \sim 10^1$ オーダーの非常に透水性の良い地層に相当する大きな値となっており、未固結層の場合の礫～粗礫における透水係数と近似する。

ところで、ナガニブラの値は、タハウの値より1ケタ小さいオーダーとなっていることから、両ヶ所とも透水性の良好な地盤ではあるが、透水性を支配する条件にやや差異があると思われる。

すでに、述べたように、ナガニブラの揚水池は落葉、泥が堆積しているのに対して、タハウの揚水池は洞穴水で外部からの混入物が少なく、空洞がふさがれていないという条件の差が効いていることも考えられる。

また、今回のような揚水能力の小さなポンプによる短時間の揚水試験によって得られた結果はごく限られた狭い範囲の水理地質状況の反映であるのに対して、実際の用水取水時には、広い集水範囲の水理地質状況が反映されることになる。

したがって、落葉、土壌による空洞の閉塞といった除去しうる障害だけでなく、空洞の分布状態によっては、局部的ではあっても、地下水疎通に最も厳しい水理地質状況によって、地下水取

Fig.14-11 Exchange of ground water at Tahua

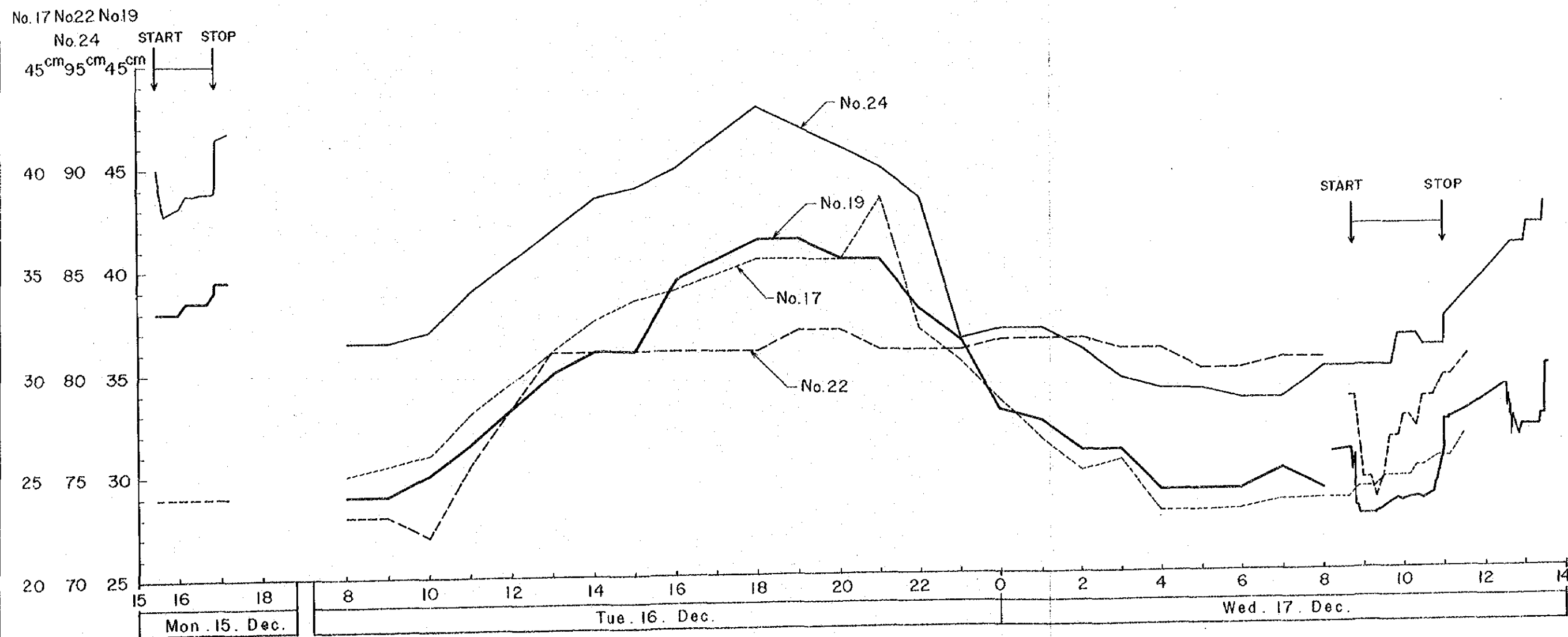
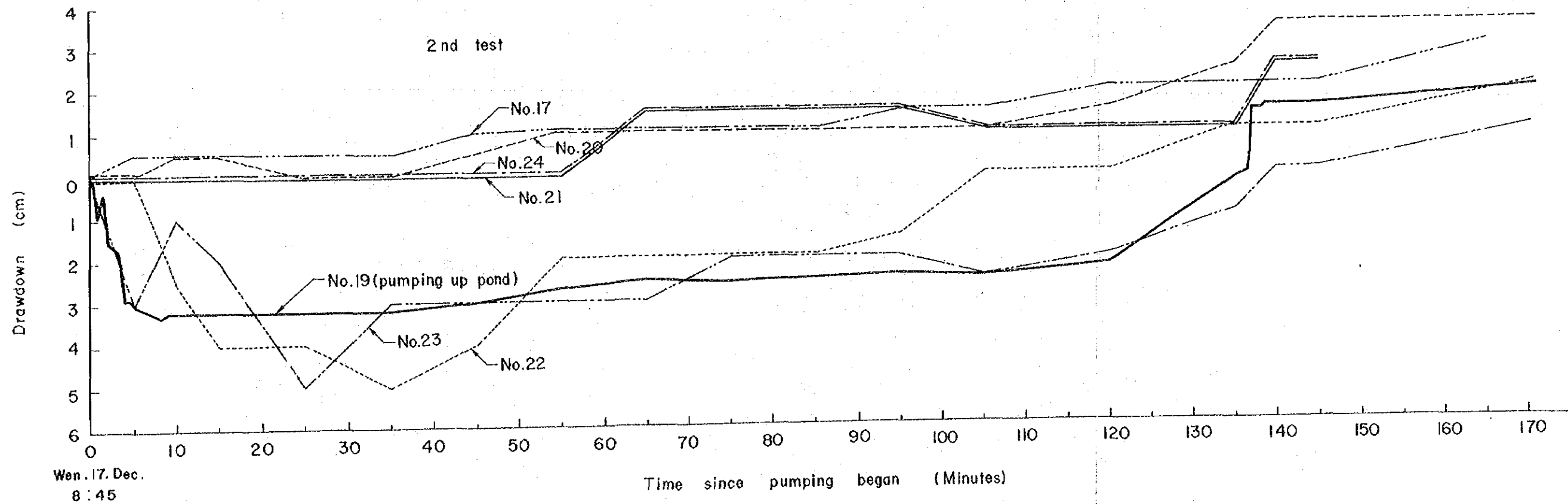
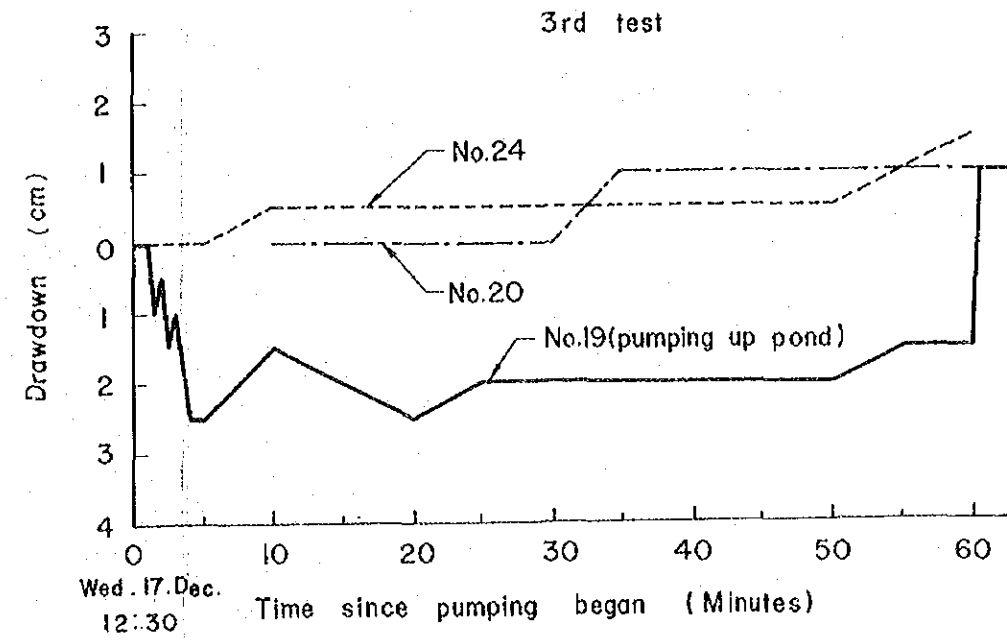
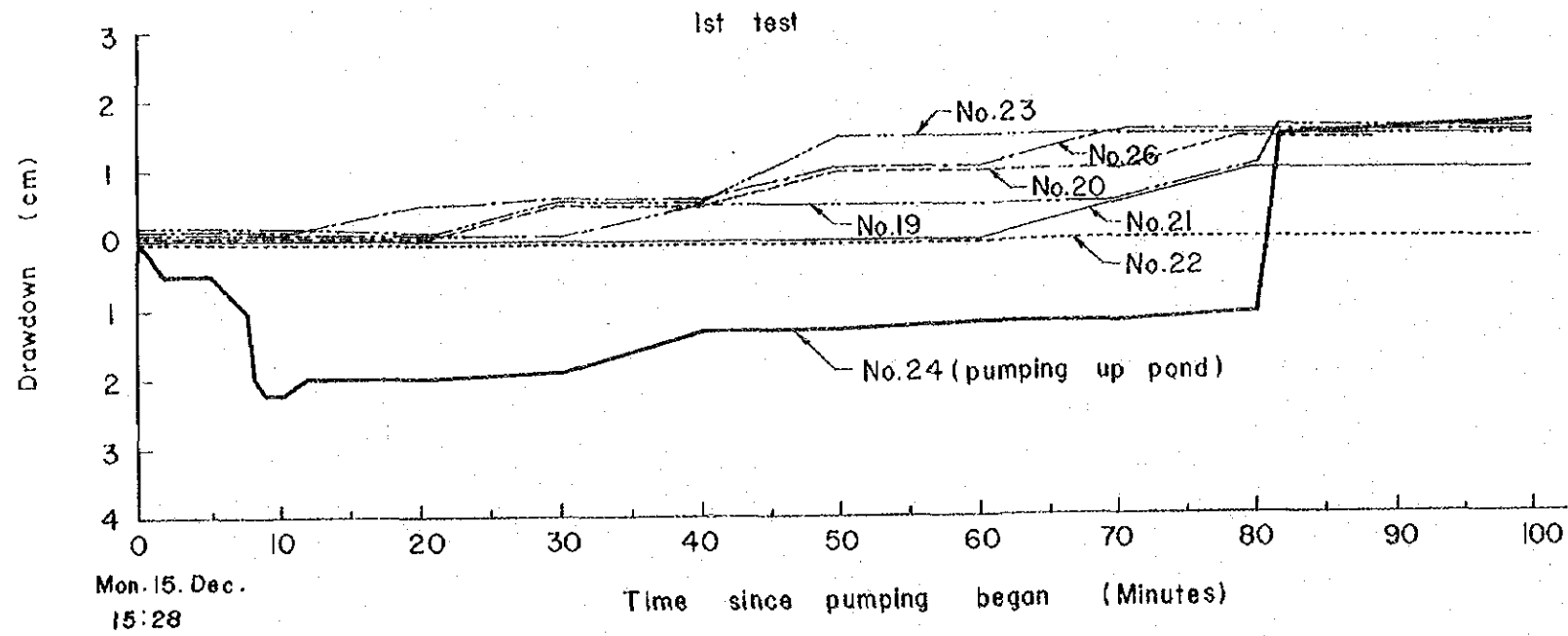


Fig. 14-12 Drawdown by pumping up test at Tahua



水が規定されることも考えられる。

以上から、以下の検討には透水係数の値を小さく見積っている $k = 5 \times 10^{-6}$ cm/sec の値を用いることにする。

Tab. 14-2

	ナガニブラ		タハウ	
	1	2	1	2
Q (cm ³ /sec)	14,166	14,166	23,333	22,250
S (cm)	4.7	5.0	1.1	3.3
r (cm)	86.3	86.3	50.0	38.0
$k = \frac{Q}{2\pi Sr}$ (cm/sec)	5.56	5.22	67.55	28.25
	5.39		47.9	

(3) 地下水の水質

用水源と考えている地下水の水質試験はナガニブラとタハウにおいて、揚水試験時に採水した試料によって、ラバングのキャンプにおいて行った。

水質試験に用いた測定器は、日本よりレンネル島に持ち込んだ、米国ハックケミカル社で開発した簡易分析器である。

試験を行った水質項目は、塩化物、弗素、カルシウム硬度、全硬度、マグネシウム硬度、鉄、PH、燐酸、シリカ、酸化ナトリウム、蒸発残留物の計 11 項目である。この内、酸化ナトリウムと蒸発残留物の 2 項目については日本に持ち帰って水質試験を行った。

試験結果を示すと Tab. 14-3 の通りである。

この結果よりみると、石灰岩地質の島らしくカルシウム及び PH の高いのが目につく。これを Tab. 14-4 の日本の各種工業用水水質許容限度と Tab. 14-5 の各国の水質基準の値と各試験値を見比べると試験を行っていない菌類以外は別に問題はない。しかし、工業用水としては硬度が多くボイラー等に用いるには問題が起こるのでなんらかの浄水方法を用いて適当な値にする必要がある。

Tab. 14--3 Result of Analysis of Groundwater Quality

Item	Site	Tahua		Nganibula	
	Date	No. 24 pond	No. 14 pond	No. 3 pond	No. 2 pond
	Unit	16, Dec.	16, Dec.	13, Dec.	13, Dec.
Chloride	PPM	5	5	5	7.5
Fluoride	"	0.10	0.20	0.39	0.45
Calcium hardness	"	140	120	115	135
Total hardness	"	180	165	180	190
Magnesium hardness	"	40	45	65	55
Total iron	"	0.05	0.07	0.07	0.03
Orthophosphate	"	0.05	0.05	0.15	0.16
Silica	"	0.10	0.20	0.10	0.05
Sodium oxide	"	3.76	2.34	4.46	3.11
Total solid	"	221	166	151	247
PH		8.8	8.6	8.6	9.3

Tab, 14-4 各種工業用水水質許容限度表

工業種別		水質	濁度 (度)	色度 (度)	PH (適する 範囲)	溶存 酸素 ppm	過マンガン 酸カリ 消費量	アルカリ度 (CaCO ₃) ppm	蒸発 残留物 ppm	総硬 度 (CaCO ₃) (ppm) (適する範囲)	鉄 ppm	マンガン ppm	珪酸 ppm	塩素 ppm	非化物 ppm	硫酸塩 ppm	炭酸塩 ppm	重炭酸塩 ppm	硫化 水素 ppm
ボイラ 用圧力 Kg/cm ²	ボイラ 用	16以下 16~30 30~50 50以上	10 5 1	40 5 2	7以上		10 4 3	P.A 50~500の間 P.A 50~250の間	4000	20 4 1 0.4	0.5		100 50 なるべく 0	600 300 200 70~150Kg/cm ² 以上は100			100 40 20 10		3 0
	補給 水	16以下 16~30 30~50 50以上	10 5 1	40 5 2			9.5~ 11.5 10.5~ 11.5	1 0.2 0.05 0.01		10 4 3			50 4 1 0.4				100 50 なるべく 0		
冷 却 用			50		6.5~7.5		6		150	50以下	0.5 0.5	0.5		30			20		
醸造工 業	ビ ー ル		1	2	6.5~7.5		10	普通ビール 低い方が よい 黒ビール80~150の間	100 500	普通ビール 100以下 黒ビール 200~250	0.1	0.1	50			MgSO ₄ 100~500 Na ₂ SO ₄ 100 CaSO ₄ 100~200	30	50~70 Na ₂ CO ₃ ~100	0.2
	日 本 酒				6~7		1		500	70~200	0.03	0.6		20~100		SO ₃ 100	5		
パン製造工業			1	2						欠点とはならないが、高 過ぎると酸酵を防げる	0.2 0.2	0.2							0.2
製氷工業			1	2			3	30~50	170 ~ 1300	70以下	0.1		10	MgCl ₂ 170~300 NaCl 300 CaCl ₂ 300	1	MgSO ₄ 130~300 Na ₂ SO ₄ 300 CaSO ₄ 300		Mg(HCO ₃) ₂ 50	
かん詰工業			1	2	7.5以上					一般 50~85, 200~400 100~200, 25~75	0.1~0.2 0.2~0.3	0.2		NaCl 1000~1500	1				1
製薬工業			1	2	7以上				50~ 100		0.02 0.02	0.02							0.2
砂糖工業			1	2	6.5~7.5		6	15	150	55以下	0.1		25	10		20	0	20	100
炭酸飲料水工業			1	2	6.5~7.5		痕跡	50~130	850	200~250以下	0.1~0.2	0.2		塩化物 250	0.2~ 0.1	SO ₃ 100			0~ 0.2
一般食品工業			1	2				30~250	850	10~250	0.2 0.2~0.3	0.2			1				
合成樹脂工業			2	2					200		0.02 0.02	0.02				100	0	20	200
製糸工業			5	10	6.6~7.2		6~8	15	100	50以下	0.1~0.3 0.2~0.3	0.05~0.3	25	10					
人糞工 業	バルブ製造		5	5	8以下			50	100	8以下	0.05	0.03	25以下	10		SO ₃ 15	0	20	
	レイヨン製造		0.3		7.8~8.3		6	15		55以下	0.0	0.0	50						
パルプ工 業	砕木紙		50	35	6.5~7.5		6	150	150	200以下	0.3	0.1	50	15 200		SO ₃ 15	5	CO ₂ 10	
	ソーダ硫酸パルプ	25	5	75				100以下		0.1	0.05	20							
	クラサらし	40	25	75				100以下		0.2	0.1	50							
	フト紙未さらし	100	100	150				200以下		0.3	0.5	100							
上質紙	10	5	75	100以下	0.1	0.05	20												

Tab. 14-5 各国の水質基準

項目	国名	日本 (1966)	W. H. O	W. H. O ヨーロッパ基準	アメリカ (1963)	インドネシア
蒸発残留物		500	規制なし	同 左	500 (1000)	溶解性物質 1.000
P H 値		5.8~8.6	7.0~8.5	規制なし	7.0~10.6	6.5~9.0
総硬度		300	100~500	100~500	100	90~179
鉄		0.3	0.3	0.1	0.3	0.2
マグネシウム		規制なし	50	規制なし	125	125
カルシウム		規制なし	75	規制なし	同 左	規制なし

14-3. 水資源開発とその保全

ここでは、以上の結果から、水資源開発を規定する、取水可能量、取水に伴う水位低下、影響圏等について検討を行い、適切な地下水取水のための基本方策を検討する。

レンネル島に賦存する地下水は、石油、天然ガスと同じ性質を有する非循環地下水（化石地下水）ではなく、更新性のある循環地下水である。したがって、このような地下水では、その帯水層への地下水涵養量をふまえた上で、永続的な水資源開発が可能となる。

地下水の取水は、一般に、地盤沈下、塩水化、水位低下による揚水コストの増大等の好ましくない結果を生じさせずに揚水することが基本となる。そこで、ある帯水層から揚水できる水量とは別に、水収支上のバランスが永続的に保たれ、地下水障害、経済的リスクのない、いわゆる安全揚水量を、取水量の上限と考えるべきである。

したがって、地下水の適正利用のためには、個々の井戸での揚水試験結果による検討ばかりでなく、水収支的検討を行う必要がある。

今回の現地調査によって、調査地域の各所で認められた地下水は、それぞれ別個の小規模な地下水体ではなく、お互いに連続する一連の地下水体で、海岸まで連続していることが確認された。また、その地下水位は標高1～2mと非常に低く、同時に、地下水面勾配も 10^{-4} オーダーと非常に緩くなっている。

したがって、この地下水体は、レンネル島における地下水の本体というべきもので、取水対象としては最適であるが、同時に、地下水位が低く、海水と接しているために、水位低下による塩水浸入が懸念される。

(1) 水資源開発量の推定

本地区で開発可能な水資源量は、基本的には、レンネル島のおかれている自然条件に由来する水収支上の特性に規定される。水資源開発は、水収支上のバランスが保たれている現況に対して取水という新しい項を付け加えて、新たな水収支バランスへの変化をもたらす。

以下、レンネル島における水収支計算を行い、地下水涵養の源である浸透量について検討する。レンネル島では表面流出は無視できるので、水収支式は次の通りとなる。

$$P = E + I$$

P：降水量 E：蒸発散量 I：浸透量

年降水量(P)については、前述の既往資料より3,000mmとする。

蒸発散量(E)はThornthwaiteによる可能蒸発散量算出式を用いて算定することとし、早見表を利用した。

$$E = 16 (10T/I)^a$$

$$a = (0.675 I^3 - 77.1 I^2 + 17920 I + 492390) \times 10^{-6}$$

$$I = \sum_1^{12} \left(\frac{T}{5} \right)^{1514} \quad i = \left(\frac{T}{5} \right)^{1514}$$

E: 各月の蒸発散量 (mm/month) T: 月平均気温 (°C)

各月の蒸発散量はその地点の緯度に応じた昼間時間の季節変化を考慮して補正する。

レンネル島における月平均気温は年間を通じて大差がないので、既往資料より各月とも $T = 27.7^\circ\text{C}$ として扱う。ここ

$$i = \left(\frac{T}{5} \right)^{1514}$$

において、

$$T = 27.7^\circ\text{C} \quad \text{のとき} \quad i = 13.36$$

$$\therefore I = \sum_1^{12} \left(\frac{T}{5} \right)^{1514} = 12 \times 13.36 = 160.32$$

したがって、早見表より

$$E = 16 \text{ cm}$$

以上より、緯度補正を考慮した12ヶ月間のEは、

$$E = 16 \times 12.27 = 196.32 \text{ cm} \\ \approx 2,000 \text{ mm}$$

となる。したがって、

$$I = P - E = 3,000 \text{ mm} - 2,000 \text{ mm} = 1,000 \text{ mm/yr} = 2.73 \text{ mm/day}$$

したがって、1 km² 当りの浸透量(I)は、

$$E = 1,000 \text{ m} \times 1,000 \text{ m} \times \frac{2.73}{1,000} \text{ m/day} = 2,730 \text{ m}^3/\text{day} \cdot \text{km}^2$$

となり、水資源開発量の上限はこの値におさえられるべきであり、さらに、降水量の変動、地下水流出量を考えれば、安全揚水量はこの値以下となるであろう。

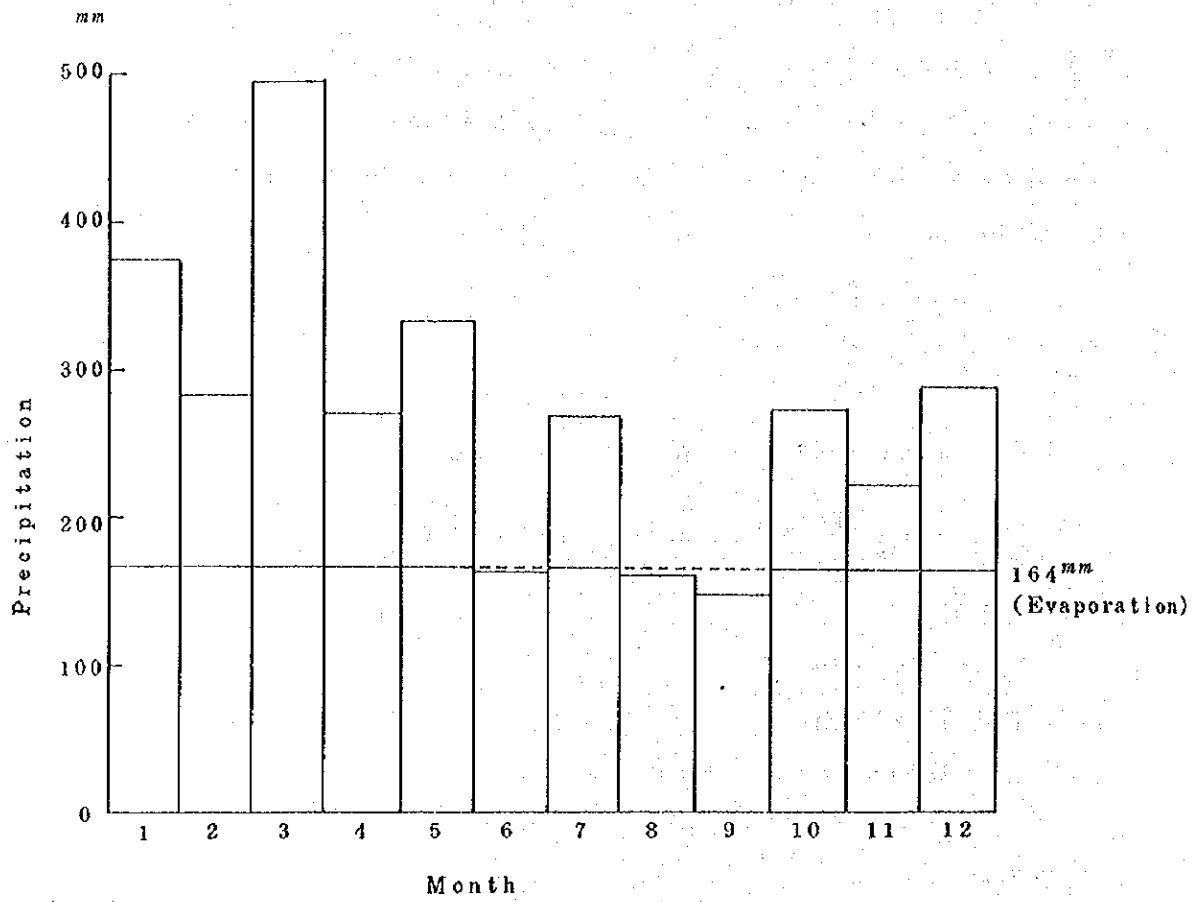
ところで、前述したように、降水量は季節によって変動がある。Fig. 14-13にはナンゴアにおける月別降水量の平均値を示し、上記の計算から得られた月蒸発量

$$196.32 \text{ cm} \div 12 \text{ ヶ月} = 16.4 \text{ cm}$$

を記入したものである。図から明らかなように、10～5月の多雨期には蒸発量を上回る降水量があるが、6～9月の少雨期には蒸発量が降水量を上廻ることがある。すなわち、地下水涵養は多雨期に専ら行われ、少雨期には地下水の流出分だけ地下水位は低下することになる。

ところが、島民への聞き取り結果では、地下水位の変動巾はせいぜい20～25 cm程度とのことで、潮汐による水位変動の巾を大きく越える値ではない。この値は、島民が専ら、地下水を生

Fig. 14-13 Average monthly precipitation



活用水として利用している現況から考えて、かなり信頼してよい数字ではないかと考える。したがって、降水量の季節変化にもかかわらず、地下水位の季節変化は降水量の変動ほどではないようである。しかし、地下水位の年変化については重要な問題であるので、通年の観測を行い、現況を正しく把握する必要がある。

(2) 取水にともなう地下水性状への影響

1) 地下水位低下量の推定

すでに述べたように、調査地域の地下水位は1～2 m程度と非常に低く、Fig. 14-4に示すような分布形態と推定される。したがって、取水によって地下水位が長期にわたって低下することがあれば塩水侵入の恐れがある。

そこで、取水時に想定される地下水位低下量について検討する。まず、揚水試験結果から、揚水量の日量に換算した値と比湧出量を求めTab. 14-6に示す。

今回の試験ではポンプ能力が小さいため、取水予定量である $20,000\text{ m}^3/\text{day}$ の5～7%規模の揚水しか行えず、揚水量の変化に応じた水位低下量を求める段階揚水試験を計画的に行えなかった。

一般に、比湧出量は揚水量の増加に伴って減少する。

つまり、揚水に伴う、単位揚水量に対する水位低下量は、揚水量の増加に伴って、増加する。したがって、揚水量と水位低下量は単純な直線的な比例関係でなく、揚水量の増加に伴って水位低下が加速されるので、 $20,000\text{ m}^3/\text{day}$ 揚水時の水位低下量の推定に当って注意を要する。

ここでは、今回の揚水試験の実測データ及びk値、揚水量をもとに算定式を利用して地下水低下の推定を行う。

Tab. 14-6 Result of pumping test

Site	Time	Yield		Drawdown m	Specific Capacity m ³ /day·m
		Amount m ³ /day	※ %		
Nganibula	Mon. 8 Dec. 10:40 ~	576	3	0.035	16,457
	" 13:49 ~	1,152	5	0.03	38,400
	Thu. 11 Dec. 10:36~	1,224	6	0.047	26,042
	" 13:46 ~	"	6	0.05	24,480
Tahua	Mon. 15 Dec. 15:28~	1,400	7	0.011	127,272
	Wed. 17 Dec. 8:45 ~	1,335	7	0.033	40,454
	" 12:30 ~	1,115	6	0.015	74,333

※ Percentage to 20,000m³/day

Fig.14-14 Relation between drawdown and yield

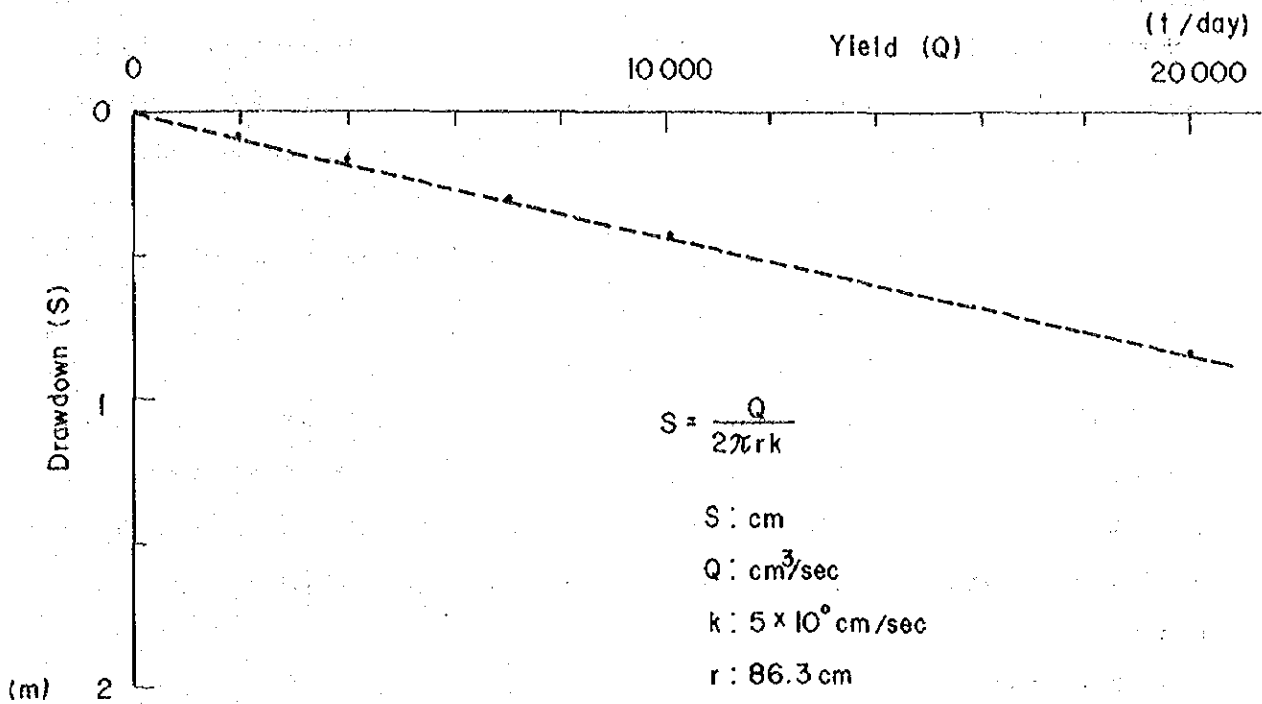
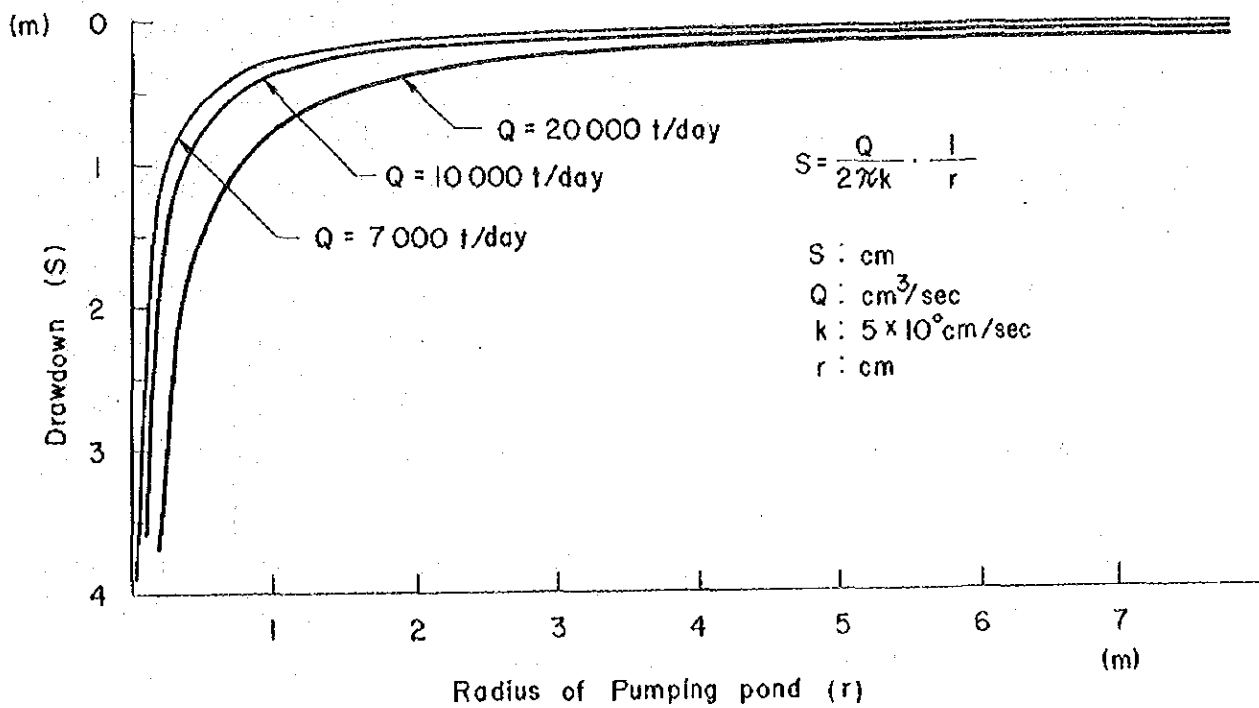


Fig.14-15 Relation between drawdown and radius of pumping pond



Tab. 14-6に示した揚水量と水位低下量の関係及び、前出の公式を利用した、揚水量と水位低下量の関係の算定結果をプロットするとFig. 14-14の通りとなる。

実測データは、揚水量が計画取水量に対して非常に小さいため、これから直接、計画規模での水位低下量を推定することは困難である。一方、計算結果によって、日計画取水量 $20,000\text{ t/day}$ を1, 2, 3ヶ所で取水するとした場合の揚水量 $20,000$, $10,000$, $7,000\text{ t/day}$ 時の水位低下量をみると、それぞれ 85 , 43 , 30 cm となる。

ところで、この算定式によると、揚水量と水位低下量との関係は直線的比例関係で示されるが、前述したように、実際には、揚水量の増加にもなって水位低下が加速されるので、上記の値を上廻る低下量を示すものと思われる。

上記の結果は、今回の揚水池(ナガエブラ)での場合であるが、次に揚水池の規模を変化させた場合の水位低下量をみるために、上記の各揚水量時の揚水池半径と水位低下量との関係をFig. 14-15に示した。これによれば、両者の関係を示すグラフは双曲線となり、揚水池半径の小さな領域では水位低下量の変化は大きい、半径が大きくなると、低下量は急速に減少し、 $S=0$ の漸近線となる。

2) 影響圏の検討

揚水による水位低下の及ぶ限界距離である影響圏は、地下水の涵養状態、帯水層の性格、揚水継続時間、水面低下量その他によって左右されるので一概に決定はできない。

しかし、土質と影響圏との間には粗粒な材料、したがって、透水係数の大きな土質ほど影響圏が大きく、細粒な透水係数の小さな土質ほど影響圏が小さいという一般的な関係がある。

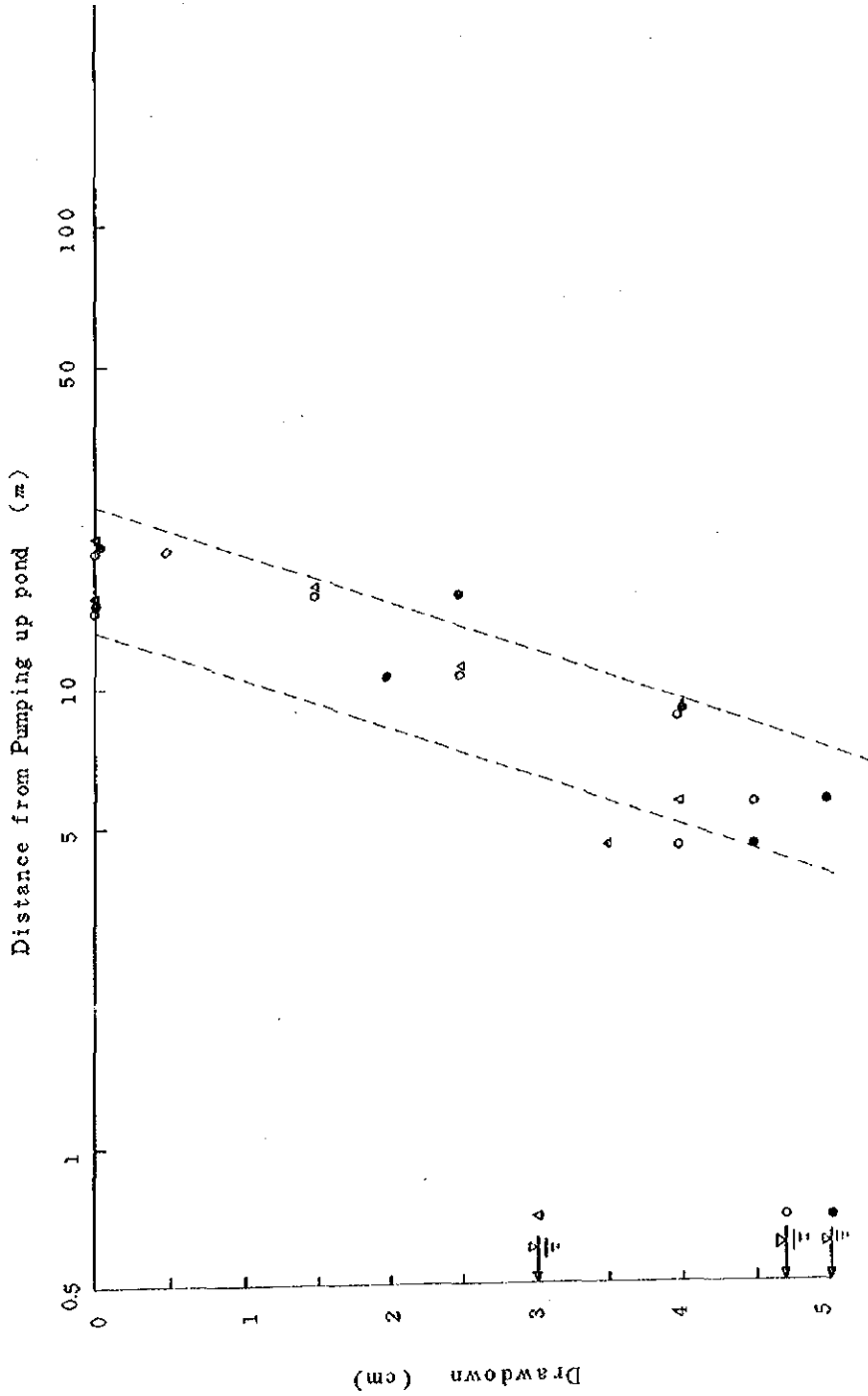
今回の試験結果をもとに、水位低下量と揚水池からの距離を片対数グラフ上にプロットしてみるとFig. 14-16の通りとなり、影響圏はせいぜい 20 m 前後となる。このように小さな値になった原因には、揚水池の水位低下量が小さい、揚水継続時間が短かい、水位観測の精度等が考えられる。

ところで、Kozenyによる影響圏の算定式によって各種の条件下における影響圏を算定してみる。今回の揚水試験時のような、少ない揚水量、短かい揚水時間での場合と、実際の取水時に想定される、多い揚水量、長い揚水時間での場合とについて試算を行った。なお、空隙率については、粒径と有効空隙率との関係で最も大きな値である 30% を用いることとする。

Tab. 14-7には、これらの計算結果をまとめて表示した。

揚水量 1400 , $1200\text{ m}^3/\text{day}$ 揚水時間 $1, 2$ 時間は今回の揚水試験時の場合を示す。また、実際の取水時の例として、日計画取水量 $20,000\text{ t/day}$ を1, 2, 3ヶ所で取水するとした場合の揚水量と、揚水の継続時間として、 12 , 24 , 48 時間を取り上げた。なお、 48 時間(2 日間)は前述したように、レンネルでの平均降雨頻度が 1 回/ 2 日であることを考慮したもので

Fig. 14-16. Relation between drawdown and distance from pumping up pond



ある。

揚水試験規模での影響圏の算定結果は45～70m程度の値となり、揚水試験結果の実測値から推定される20m前後より大きな値となったが、オーダーとしては共通の結果となっている。

実際の取水規模での算定結果は揚水量と揚水時間との組合せによって異なるが、算定式から知られるように、影響圏に対しては揚水量よりも揚水時間がより効いているため、揚水時間をどれほどにとるかによって大きく異なってくる。

ところで、地下水涵養を考えなければ、揚水は帯水層内の貯留の減少をもたらし、その結果、水位低下は揚水池から周辺へ波及し、地下水位低下は無限に広がることになる。

しかし、実際には地下水流があり、降雨による浸透水が地下水補給を行っているので、ある程度まで水位低下が拡がった段階ではほぼ平衡状態に達するものと考えられる。

すなわち、揚水の継続によって影響圏が拡大し、圏内の降雨からの浸透量が揚水量と等しくなった段階で平衡状態となる。

そこで、平均浸透量 $2,730\text{m}^3/\text{day}\cdot\text{km}^2$ の場合の平衡状態となる影響半径を求め同表に示した。また、この影響半径に至るまでの揚水時間を Kozeny 公式より求め表示した。

以上から、実際の取水規模での影響圏は、揚水継続日数の増加とともに拡大し、取水量に応じて7～12日後に900～1500mの半径となる。

ところで、Fig. 14-13に示したように、雨量の季節配分にはバラツキがあり、6月～9月の少雨期には月平均雨量の1/2 近くに減少することも考えられるので、降雨条件の点からは、さきの平均浸透量 $2,730\text{m}^3/\text{day}\cdot\text{km}^2$ の1/2 である $1,300\text{m}^3/\text{day}\cdot\text{km}^2$ を安全揚水量とするのが適当と思われる。

そこで、浸透量 $1,300\text{m}^3/\text{day}\cdot\text{km}^2$ の場合の影響圏についても求めた結果、取水量に応じて14～23日後に1,300～2,200mの半径となった。

Tab. 14-7 Calculation of Influence Area

揚水場に等しい浸透量で平衡となる場合	
※ 影 響 半 径	最大影響半径に 至るまでの時間
(2210) m 1,530	(2328) 日 11.15
(1560) 1,080	(1646) 7.86
(1310) 910	(1377) 6.68

(上段)………浸透量=1,300 m³/day・km²

下段 …… " =2730 m³/day・km²

※ この値はKozeny公式でなく、単位面積当りの浸透量をもとに算定。

Q(m ³ /day)	t(hr)				
	1	2	12	24	48
20,000	93.5 m	132 m	324 m	458 m	648 m
10,000	78.6	111	272	385	545
7,000	71.9	102	249	352	498
1,400	48.1	68.2			
1,200	46.3	65.4			

R: Influence area (m)

t: Pumping Time (sec)

n: Porosity (0.3)

Q: Yield (m³/sec)

k: Permeability Coefficient (0.05m/sec)

$$R = \sqrt{\frac{12t}{n} \sqrt{\frac{Qk}{\pi}}}$$

(3) 地下水取水の基本方策

前節で、当地域での地下水取水とその保全に関する基本的事項について検討を行ってきたが、本節ではこれらの結果をもとに、用水計画の基本となる取水位置、取水ヶ所数について、地下水保全、経済性の観点から検討を加える。

これまでの検討結果をまとめて表に示すと、Tab.14-8のようになる。これによれば、半径2 m以上の揚水池を掘削すれば、水位低下量50 cm以内で、20,000 t/dayの揚水が可能であるが、影響圏は2.21 kmとなる。また、10,000 t/day、7,000 t/day揚水時には1.56 km、1.31 kmとなる。この影響圏はその時の浸透量の増減に応じて拡大、縮小する動的なものである。

ところで、取水候補地区としては、現地踏査、水準測量、各種試験によってFig. 14-17に示す2地区があげられる。

両地区はともに、調査地区内では地盤の低い地区で、付近には水池、沼池が多数あり、地盤からの地下水深度も浅いことが確認された。また、その水量については計画取水量20,000 t/dayの7% (1,400 m³/day)までは実際の揚水によって確認し、20,000 t/dayの揚水についても可能であることが推定された。

そこで、両地区の地下水取水に関する条件をまとめてTab. 14-9に示した。

これによれば、ナガニブラ地区は用水需要地に近いという利点がある反面、地下水位が1 mと低く、海岸線までの距離もタハウ地区よりも近いという欠点がある。

前述の2.21 kmの影響半径を両地区を中心とした円で表現するとFig. 14-16のようになる。

ところで、地下水位低下量は揚水池からの距離の対数の一次関数で減少する。すなわち、水位低下曲線は揚水池近辺では急勾配であるが、離れるに従って自然水位の漸近線となる。したがって、影響圏の縁辺部での水位低下量は非常に小さくなる。

以上から、両取水候補地区は、取水位置として基本的な欠陥はないと思われるが、すでに述べたように、ナガニブラ地区はタハウ地区よりも、経済性の点では有利であるが、地下水保全の点では不利となる。

また、取水ヶ所数については、これまでの検討結果では、1ヶ所で20,000 t/day揚水が可能という結論になるが、水位低下や影響圏に関する議論が推定の域を出ないこと、また、用水の安定的供給の面からも揚水施設を2～3ヶ所に分散して設けることが望ましい。

水位低下による塩水侵入の問題は、開発計画自体の成否にかかわる重要事項であるため、取水施設が設置されたのちも、定期的に、地下水位、水質(塩分濃度)のチェックを行い、水文条件の変化に対処しうるような仕組みを確立しておく必要がある。

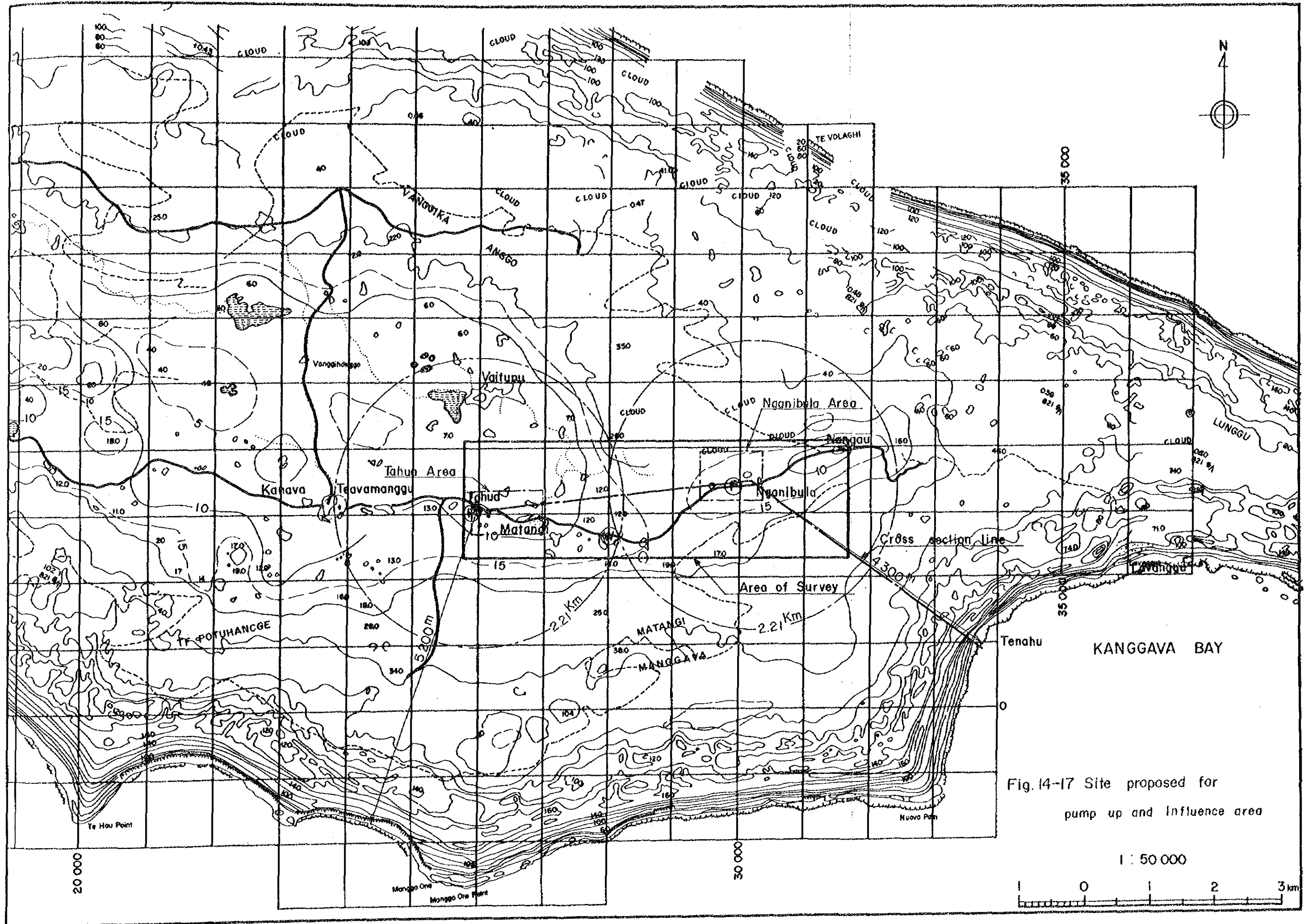


Fig.14-17 Site proposed for pump up and influence area

Tab. 14-8 Comparison of Three Cases of Yield

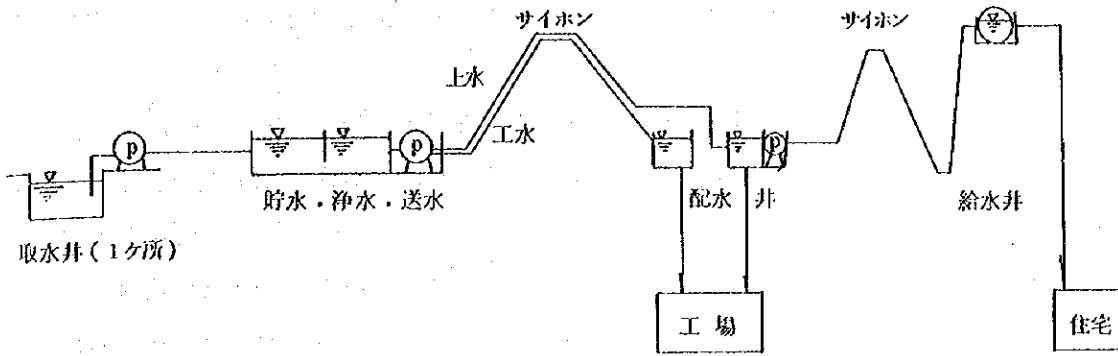
Yield \ Item	Radius of Well in the Case of Less 50cm Drawdown	Radius of Influence Area	The Time which Achive the Maximum Influence Area	Distance Between Wells
20,000t/day	2 m	2.21 Km	23.28 days	— Km
10,000t/day	1	1.56	16.46	3.12
7,000t/day	1	1.31	13.77	2.62

Tab. 14-9 Comparison Between Two Areas

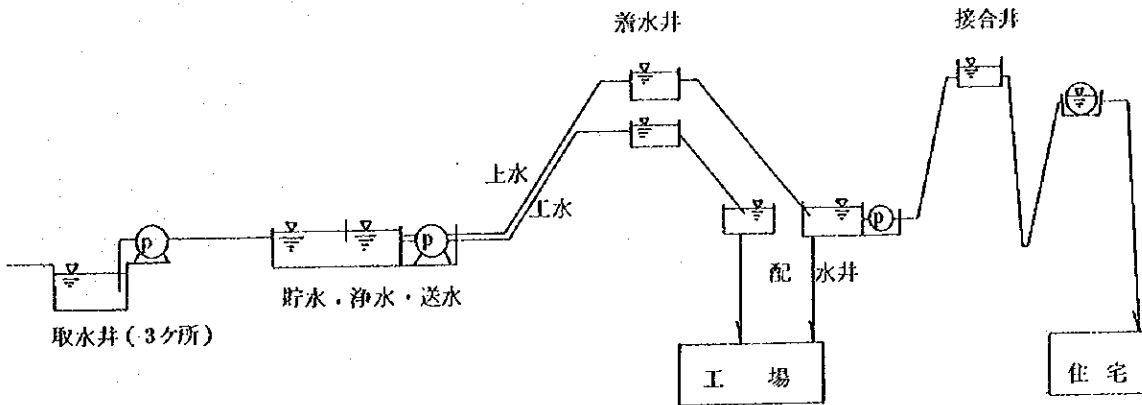
Item \ Area	Tahua Area	Nganibula Area
Ground Water Level	+2 m	+1 m
Altitude of Ground	3.5~5.0 m	2.0~3.0 m
Depth of Ground Water	1.5~3.0 m	1.0~2.0 m
Distance from Shoreline	5.2 Km	4.3 Km
Distance from Site of Water Consumption	11 Km	7 Km

Fig. 14-18 施設組合せ比較案

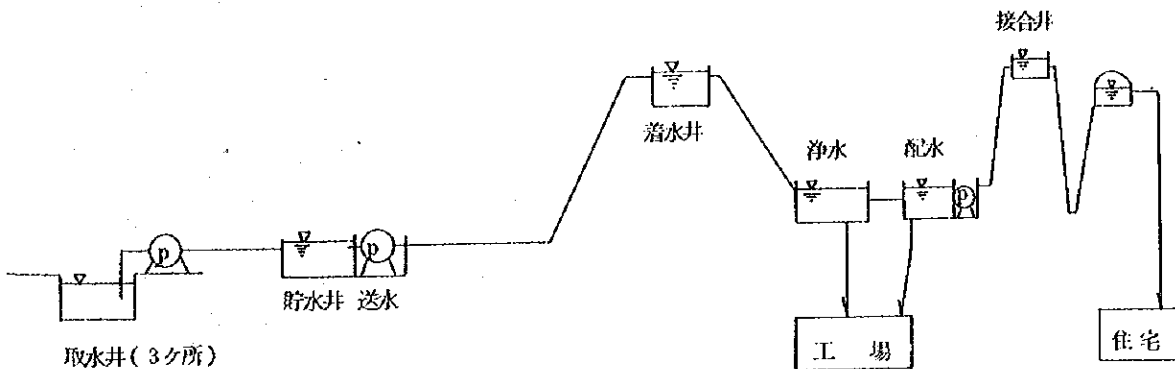
A 案



B 案



C 案



ここで、施設を計画するに当って特に重要とする点は次のとおりである。

取水施設は、用水施設の最先端に当り必要な水量が安全かつ確実に取水できることが一番大切である。

送水施設は、施工性、保守等から考え道路沿いに配置する事がのぞましい。

浄水施設は、原水が水質の最悪時でも十分機能するものとし、浄水施設の位置は管理しやすい所とする。

用水施設全体のコントロールは浄水施設内に設ける管理室より行うものとする。

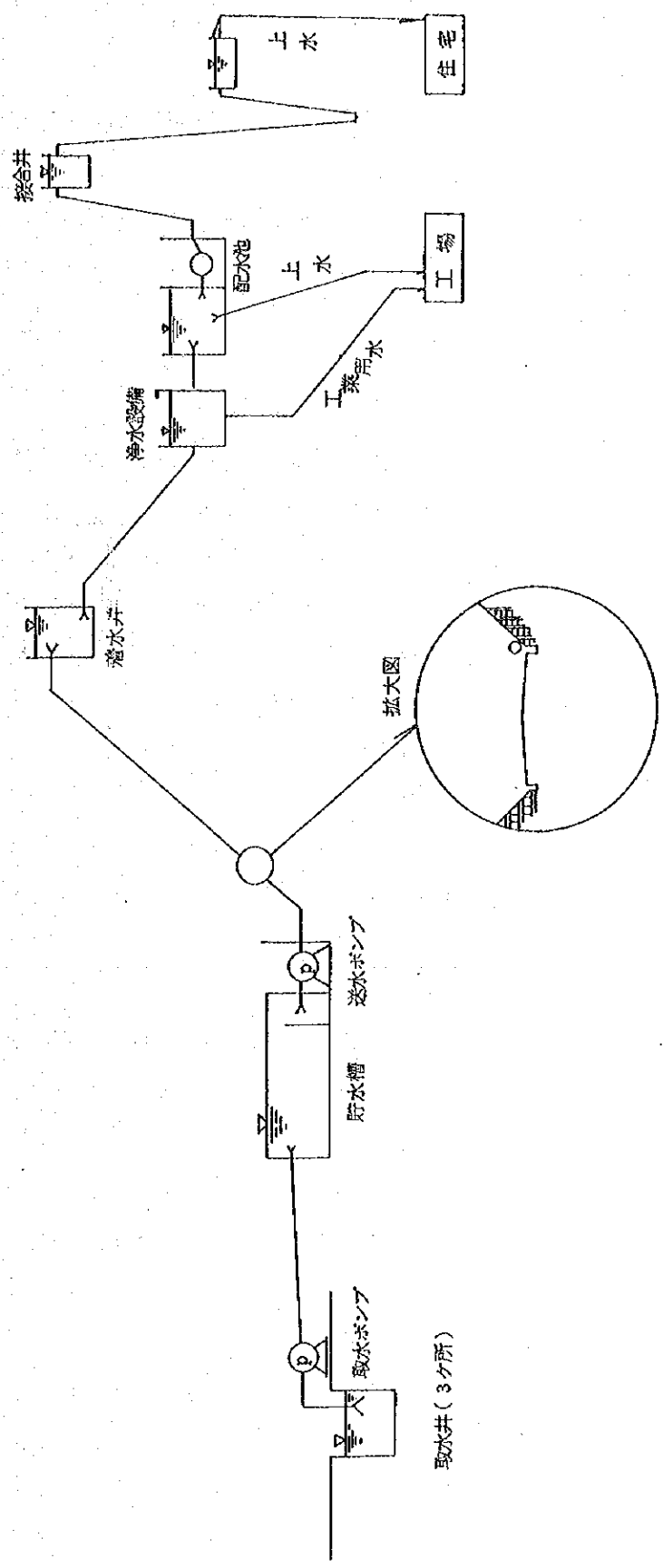
これら基本事項と先の A, B, C の 3 案を総合的に検討し、安全性、施工性、管理運営面などから C 案が最も良いものと思われる。

すなわち、3ヶ所の取水井より取水された水は貯水井に集められここより道路及び道路沿いに着水井、浄水と導水される。浄水された水は工場、住宅地へと各々の目的に合った方向に配給水される。

上水の給水方法については、住宅地及び工場については各住宅別の給水とし、部落については、2～3ヶ所の共同給水とし、一度タンクにストックしてその後給水する。部落までは2インチ位の管により送水するものと考え、特に今回の図面には示さなかった。

ここで、用水計画のフローを示すと Fig. 14-19 のごとくである。

Fig. 14-19 取水から給水までのフロー



(1) 取水施設

1) 取水方式

取水方式は、浅井戸方式とし先に述べたように井戸数量は3ヶ所とし、水源は地下水とする。

2) 構造

構造は深さ4.0 m、内径3.5 mの円筒形鉄筋コンクリート構造とする。

尚、井戸の大きさは、井戸底部より流速 $v = 3 \text{ cm/秒}$ 以下の流入とする。地下水が井戸の底部のみから流入すると考えると次の式により決定する。

$$Q = 4kr(H-h)$$

ただし、 Q : 揚水量 ($\text{m}^3/\text{秒}$)

k : 透水係数 ($\text{m}/\text{秒}$)

H : 帯水層の厚さ (m)

h : 井戸内水面の不透水層からの高さ (m)

r : 井戸の内半径 (m)

ここで、目的の揚水量を得るのにどの程度の水位低下を起すかをここで検討する。

$$\begin{aligned} \text{必要揚水量 } Q &= \frac{1}{3} \times 20,000 \text{ t/日} \\ &= 6,700 \text{ t/日} \\ &= 0.078 \text{ m}^3/\text{秒} \end{aligned}$$

$$\text{透水係数 } k = 0.05 \text{ m/sec}$$

$$\text{井戸の内半径 } r = 3.5 \text{ m}$$

この値を上記式に加入して水位低下量を求める。

$$\begin{aligned} (H-h) &= \frac{Q}{4kr} \\ &= \frac{0.078}{4 \times 0.05 \times 3.5} \\ &= 0.11 \text{ m} \end{aligned}$$

∴ 水位低下は $k = 0.05 \text{ m/sec}$ とした時 0.11 m の低下しかなく、また透水係数が $\frac{1}{10}$ 倍の値でも 1.1 m と水位低下は、わずかししか考えられないので今回は、先に述べた通り井戸内半径 $r = 3.5 \text{ m}$ とする。

3) 揚水深さ

揚水深さはGL 2.0 m地点で行うが、深さに関しては4.0 mとする。

揚水に関しては、過剰揚水による害悪が生じないように注意する必要がある。しかし、今回は揚水深さも上述したように4.0 mと比較的浅く十分に安全に揚水が行えると考えられる。

しかし、深層地下水を揚水する場合は、新たに海水とのバランスを考える必要がある。

淡水層と塩水層とのバランスは Ghyben-Herzberg の法則が示されている。

$$H \approx 4.2 h$$

ただし、 H : 海水面から淡水層下限までの深さ

h : GL 0.0 より地下水位面までの高さ

本計画での揚水は 4 m と比較的浅く、また、揚水による水位低下も部分的に 0.1 m 程度下がるだけなので安全と考えられる。

ポンプ仕様は水理計算による。

(2) 送配水施設

揚水した水を目的地に送るため次の施設を設置する。

- 1) 導水ポンプ室
- 2) 貯水槽
- 3) 着水井
- 4) 接合井
- 5) 給水槽

これら施設の概要は次の通りである。

1) 導水ポンプ室

導水ポンプ室には 2 つ考えられる。まず、第 1 が各々で揚水した水を貯水槽まで送水する為のポンプ室と第 2 が貯水槽から着水井まで送水する為のポンプ室である。

まず、第 1 のポンプ室であるが、構造は 3.0 m × 3.0 m × 2.5 m の鉄筋コンクリート構造とする。

第 2 のポンプ室は、流量 $Q = 20,000 \text{ m}^3/\text{日}$ の水を着水井まで導水するわけであるから第 1 のポンプ室よりは大きく、7.0 m × 5.0 m × 4.0 m 鉄筋コンクリート構造とする。

ポンプの検討は、水理計算による。

2) 貯水槽

a) 形状

矩形 13.5 m × 7.0 m × 3.0 m

b) 容量及び平均流速

滞留時間

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{13.5 \text{ m} \times 7.0 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}}{13.89 \text{ m}^3/\text{分}} = 20 \text{ 分}$$

池内平均流速 2 ~ 7 cm/秒

c) 余裕高

池の天端高さは、H, W, Lより30cmとする。

d) 有効水深

池の有効水深は3.0mとする。

e) スクリーン

流入整流壁の下流に約70°の角度に設置する。

f) 池底こう配

底面勾配は、横断方向に1/50, 縦方向に1/100程度の勾配を設ける。

3) 着水井及び接合井

貯水槽～浄水池, 配水池～配水槽間の最大静水頭が10.0m(10Kg/cm²)以上とならない為、GL84.7及びGL91.40地点に着水井, 接合井を設ける。

着水井から浄水池, 接合井から配水槽の間は自然流下とする。

構造 3.6m×3.6m×4.6m(着水井), 3.1×3.1×4.6m(接合井)

鉄筋コンクリート構造

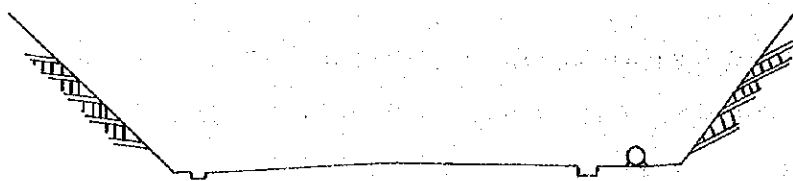
4) 配水槽

配水槽は、コンクリート製クランク構造とし半地下方式と考える。

有効容量は1万人を対象としたV=780m³容量とした。

なお、送配水管の敷設については道路沿いに敷設するものとする。

管敷設断面



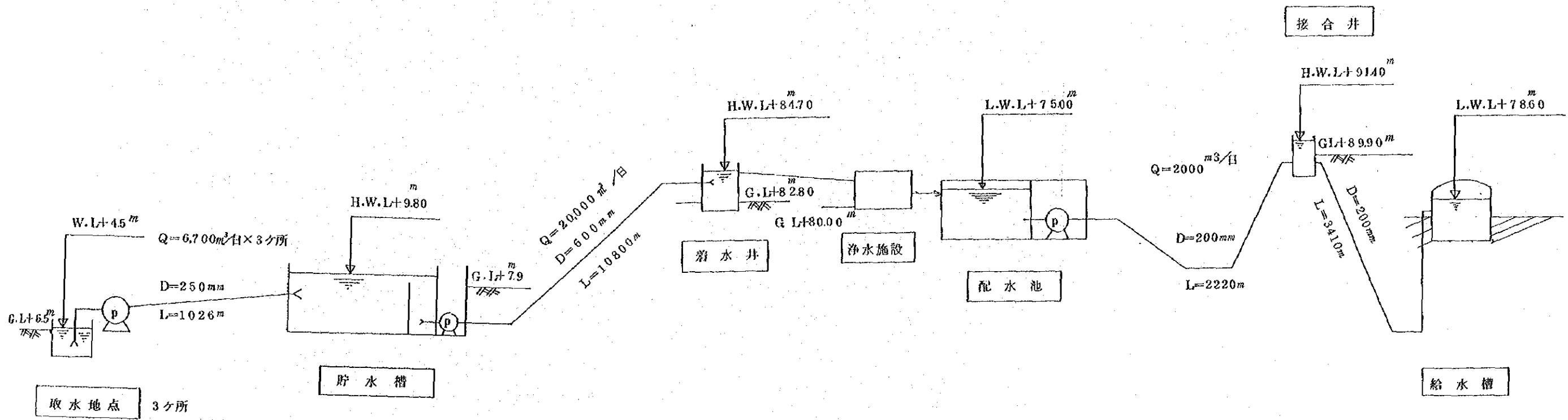


Fig 14-20 位置関係図

(3) 水 理 計 算

水理計算に当っては、各地点の地盤高が問題となるが今回の検討では、用水施設は道路沿いに設置、施工するものとして、1/2,500道路縦断及びソロモン政庁発行の1/25,000の図を参考に現地調査により得た結果を元に位置関係を求めた。

位置関係の模式図はFig. 14-20の通りである。よって水理計算に当ってはこの値を用いた。

1) 水理計算

管摩擦損失水頭は下記のHazen・Williamsの公式を用いて検討する。

$$v = 0.84935 CR^{0.63} I^{0.54}$$

C=流速係数

上式を円形管の場合になおすと、

$$v = 0.35464 CD^{0.63} I^{0.54}$$

$$Q = 0.27853 CD^{2.63} I^{0.54}$$

$$\therefore I = \frac{h}{L} = 10.666 C^{-1.85} D^{-4.87} Q^{1.85}$$

ここで、D : 管径 (m), $D = 4R$

Q : 流量 (m^3/sec)

h : 摩擦損失水頭 (m)

L : 管延長

流速係数Cの値は、潤辺の性質、状態によって異なるがこの検討では安全をみてC=100を用いるものとする。

次に各地点間の検討を行う。

a) 取水地点～貯水槽

$$C = 100$$

$$Q = 6700 m^3/日 = 279.17 m^3/時$$

$$= 4.65 m^3/分$$

$$0.0775 m^3/秒$$

$$D = 250 mm$$

$$L = 1026 m$$

$$\therefore I = H = 10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \times L$$

$$= 10.666 \times 100^{-1.85} \times 0.25^{-4.87} \times 0.0775^{1.85} \times 1026$$

$$= 16.46 m$$

b) 貯水槽～着水井

$$C=100$$

$$Q=20,000\text{ m}^3/\text{日}$$

$$=833.33\text{ m}^3/\text{時}$$

$$=138.9\text{ m}^3/\text{分}$$

$$=0.232\text{ m}^3/\text{秒}$$

$$D=600\text{ mm}$$

$$L=10.800\text{ m}$$

$$\therefore H=10.666 \times 100^{-1.85} \times 0.6^{-4.87} \times 0.232^{1.85} \times 10800$$

$$=18.54\text{ m}$$

c) 配水池～接合井

$$C=100$$

$$Q=2000\text{ m}^3/\text{日}$$

$$=83.33\text{ m}^3/\text{時}$$

$$=13.89\text{ m}^3/\text{分}$$

$$=0.0232\text{ m}^3/\text{秒}$$

$$D=200\text{ mm}$$

$$L=2.220\text{ m}$$

$$\therefore H=10.666 \times 100^{-1.85} \times 0.2^{-4.87} \times 0.0232^{1.85} \times 2220$$

$$=11.34\text{ m}$$

d) 接合井～給水槽

$$C=100$$

$$Q=2000\text{ m}^3/\text{日}$$

$$=0.0232\text{ m}^3/\text{秒}$$

$$D=200\text{ mm}$$

$$L=3.410\text{ m}$$

$$\therefore H=10.666 \times 100^{-1.85} \times 0.2^{-4.87} \times 0.0232^{1.85} \times 3410$$

$$=17.41\text{ m}$$

2) ポンプ型式検討

a) 取水ポンプ

1. 揚水量

$$Q=6700\text{ m}^3/\text{日}=4.63\text{ m}^3/\text{分}$$

2. 揚程

実揚程	貯水槽水位	十 9.80 m
	一) 取水地点水位	十 4.50 m
		<hr/>
		5.30 m

管損失 16.46

ポンプ廻り損失 1.24

全揚程 23.0 m

3. ポンプ型式

両吸込ポリユートポンプ 30 kw

〔例〕 クボタ DVL-A 型 - 204 AK

1 台/ヶ所 × 3 ヶ所 = 3 台

吸込径 $\phi 200$

吐出径 $\phi 150$

b) 導水ポンプ

導水ポンプは 1 ヶ所

1. 揚水量

$$Q = 6700 \text{ m}^3/\text{日} \times 3 \text{ 台} = 20,000 \text{ m}^3/\text{日}$$

2. 揚程

実揚程	着水井水位	84.70 m
	一) 貯水槽	6.80
		<hr/>
		77.90

管損失 18.54

ポンプ廻り損失 5.56

全揚程 = 102.0 m

3. ポンプ型式

台数 3 台 + 予備 1 台 = 4 台

多段ウズ巻ポンプ 155 kw

〔例〕 クボタ MVHB 形

吸込径 $\phi 250$

c) 送水ポンプ

1. 揚水量

$$Q = 20000 \text{ m}^3/\text{日} = 1.39 \text{ m}^3/\text{分}$$

2. 実揚程	接合井水位	9 1.4
	-) 配水池水位	7 5.0
		<hr/>
		1 6.4

管損失 1 1.3 4

ポンプ廻り損失 3.2 6

全揚程 3 1.0 m

3. ポンプ形式

台数 1 台

標準多段ウズ巻ポンプMVO型 1.5 kw

吸込径 $\phi 100$

吐出し径 $\phi 100$

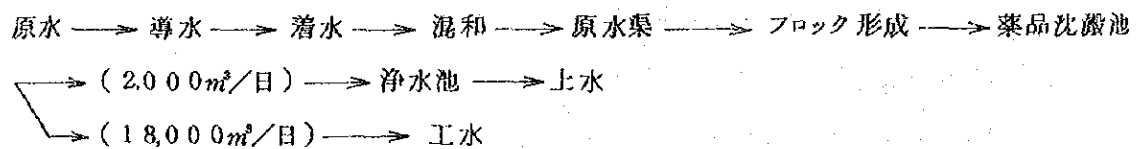
(4) 浄水施設

浄水方法は、取水地点の地下水についての水質より決めなければならないが、先に示した試験結果より見ると、工業用水としては、アルカリ度が高いが要望にはほぼ適合している。

しかし、今回行った試験項目では工業用水及び上水としての基準項目をカバーしていないのでここでは、工業用水及び上水として今回の用水計画の目的を達するために必要な処理施設の検討を行った。

水源は前記の如く地下水とし、計画給水量 $Q = 20,000 \text{ m}^3/\text{日}$ (内、工業用水 $18,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 、上水 $2,000 \text{ m}^3/\text{日}$) とする。

浄水方法は、



このように浄水するが、工水については沈澱池を通すのみで工水として送水する。上水について浄水池を通した後に給水する。

用地については、比較的得やすいが、割合まとまりのある浄水場になるよう配慮し、エンピコタイプの処理場とした。

これらの事を前提として次に浄水施設の水利的検討を行う。

1) 浄水施設の水利計算

浄水施設の処理能力は安全を見込んで、取水量の5%を加味したもので処理施設の大きさを決めるものとする。

a) 処理水量

$$\begin{aligned} 20,000\text{m}^3/\text{日} \times 1.05 &= 21,000\text{m}^3/\text{日} \\ &= 875.0\text{m}^3/\text{時} \\ &= 14.6\text{m}^3/\text{分} \\ &= 0.244\text{m}^3/\text{秒} \end{aligned}$$

b) 混和池

池数：1池

有効寸法： $3.0\text{m} \times 3.0\text{m} \times 2.033\text{m} = 18.3\text{m}^3$

滞留時間： $T = \frac{V}{Q}$

$$= \frac{18.3}{0.244} = 75 \text{ 秒}$$

$$= 1.25 \text{ 分}$$

c) 源水渠

有効断面積： $0.6\text{m} \times 0.8\text{m} = 0.48\text{m}^2$

流速： $v = \frac{Q}{A}$

$$= \frac{0.244}{0.48}$$

$$= 0.51\text{m}/\text{sec}$$

d) フロック形成池

池数：4池

有効断面： $7.4\text{m} \times 6.0\text{m} \times 2.573\text{m}$

$$= 114.3\text{m}^3$$

滞留時間： $T = \frac{V}{Q}$

$$= 114.3 \times \frac{4}{14.6}$$

$$= 31.2\text{min}$$

フロキュレーター：φ 5,800%

e) 薬品沈澱池

池 数：4 池

$$\begin{aligned} \text{1 池当りの処理水量: Nor. } & 875 \text{ m}^3/\text{hr} \times \frac{1}{4 \text{ 池}} \\ & = 218.75 \text{ m}^3/\text{hr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Max. } & 875 \text{ m}^3/\text{hr} \times \frac{1}{3 \text{ 池}} \\ & = 291.67 \text{ m}^3/\text{hr} \end{aligned}$$

1 池当りの水面積：B × L

$$= 6.0 \text{ m} \times 30.0 \text{ m} = 180 \text{ m}^2$$

$$\left(\text{比率: } \frac{B}{L} = \frac{6}{30} = \frac{1}{5} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{水面積負荷: Nor. } & 218.75 \text{ m}^3/\text{h} \times \frac{1}{180 \text{ m}^2} \\ & = 1.22 \text{ m}/\text{h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Max. } & 291.67 \text{ m}^3/\text{h} \times \frac{1}{180 \text{ m}^2} \\ & = 1.62 \text{ m}/\text{h} \end{aligned}$$

滞留時間：2 時間

$$\text{1 池当りの容量: } 218.75 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 \text{ hr} = 437.5$$

$$\text{平均水深: } H = \frac{V}{A}$$

$$= 437.5 \times \frac{1}{6.0 \times 30.0}$$

$$= 2.431$$

$$\approx 2.45 \text{ m}$$

$$\text{平均流速: } V = \frac{Q}{60 \times A}$$

$$= 218.75 \times \frac{1}{60 \times 6.0 \times 2.45}$$

$$= 0.248 \text{ m}/\text{min}$$

沈澱池流入部：本装置による損失水頭を 0.003 m とする。

沈澱水集水装置：本装置による損失水頭を 0.03 m とし、沈澱水集水装置の流速を 2~3

ℓ/sec/m とすると、沈澱水集水装置の本数は、

$$N = \frac{\frac{1}{n} \times Q}{0.00077872 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times h^3}}$$

$$= \frac{0.244 \times \frac{1}{4}}{0.00077872 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.03}}$$

≒ 102 本

排泥装置：沈澱池とフロック形成の水を空にするのに必要な時間を1～2時間とすると、

$$Q = \frac{V_1 + V_2}{h}$$

$$= \frac{(6.0 \times 30.0 \times 2.45) + (7.4 \times 6.0 \times 2.573)}{1 \text{ (時間)}}$$

$$= 555.3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 155 \text{ l/sec}$$

$$Q = \frac{(6.0 \times 30.0 \times 2.45) + (7.4 \times 6.0 \times 2.573)}{2 \text{ (時間)}}$$

$$= 277.7 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 78 \text{ l/sec}$$

水深を3.0 mとすると、

$$155 \text{ l/sec} \longrightarrow \phi 200\%$$

$$78 \text{ l/sec} \longrightarrow \phi 150\%$$

∴ φ200%と考える。

汚泥洗滌装置：

$$6.0 \text{ m} \times 30.0 \text{ m} \times 0.4 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h} = 72 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 1.2 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$6.0 \text{ m} \times 30.0 \text{ m} \times 0.6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h} = 108 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 1.8 \text{ m}^3/\text{min}$$

よって、使用するポンプは

$$Q = 1.2 \sim 1.8 \text{ m}^3/\text{min} \text{ のもので揚程 } H = 35 \sim 40 \text{ m とする。}$$

f) 急速戸過池

処理水量は先に示した通り将来給水量 $Q = 2.000 \text{ m}^3/\text{日}$ として上水として適合するように浄化する。

$$\text{処理水量： } Q = 2.000 \text{ m}^3/\text{日} = 83.4 \text{ m}^3/\text{h}$$

池 数：2 池

1 池処理水量：Nor $41.7 \text{ m}^3/\text{h}$

Max $83.4 \text{ m}^3/\text{h}$

1 池当りの汚過面積： $2.0 \text{ m} \times 4.2 \text{ m} = 8.4 \text{ m}^2$

汚過速度：Nor $V = \frac{Q}{A}$

$$= 41.7 \times \frac{1}{8.4}$$

$$\approx 5 \text{ m/h}$$

$$\text{Max } V = 83.4 \times \frac{1}{8.4}$$

$$\approx 10 \text{ m/h}$$

逆洗用貯水池の決定：汚過池 1 池洗浄するのに必要な水量は、

$$8.4 \text{ m}^2 \times 0.36 \text{ m}^3/\text{min} / \text{m}^2 \times 15 \text{ min}$$

$$= 45.4 \text{ m}^3$$

有効断面を $3.5 \text{ m} \times 5.2 \text{ m} \times 3.2 \text{ m} = 58.3 \text{ m}^3$ とする。

g) 浄水池の決定

$$6.55 \text{ m} \times 4.5 \text{ m} \times 3.2 \text{ m} = 94.4 \text{ m}^3$$

これは計画給水量 $Q = 2,000 \text{ m}^3/\text{日} = 83.4 \text{ m}^3/\text{h}$ の 1.1 時間分に当る。

h) 工業用水用貯水槽の決定

$$18.05 \text{ m} \times 17.5 \text{ m} \times 3.2 \text{ m} = 1,010 \text{ m}^3$$

故に、計画浄水量 $Q = 1,800 \text{ m}^3/\text{日}$ に対して、

$$T = \frac{1,010}{1,800 \times \frac{1}{24}} = 1.35 \text{ 時間に当る。}$$

これらの検討結果を図に示すと次のようになる。

Fig. 14-21 General Plan of Water Facilities

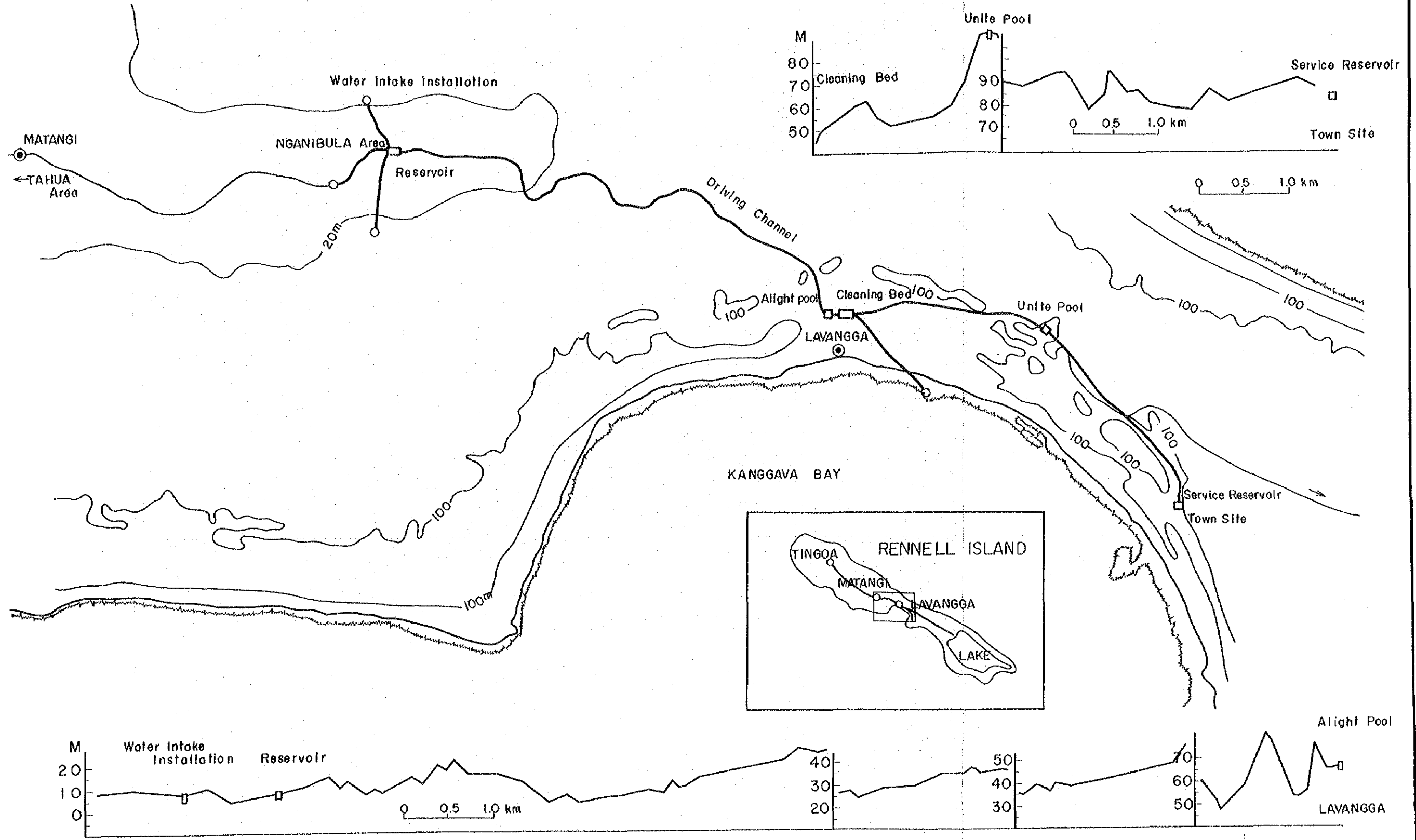
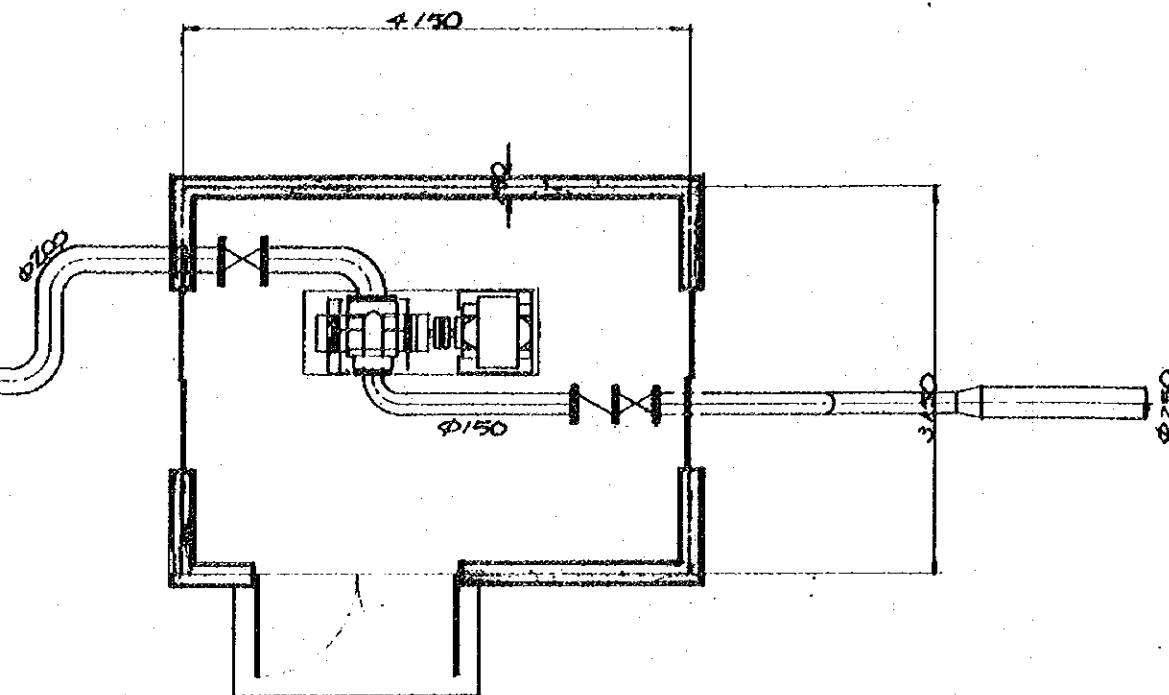
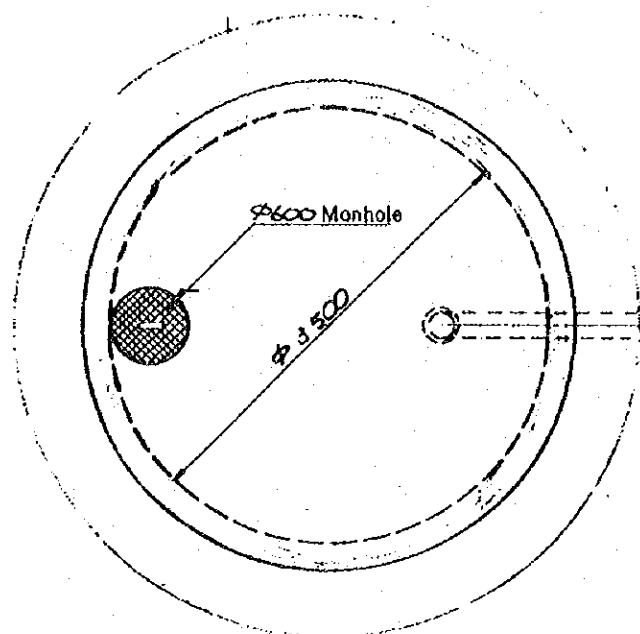
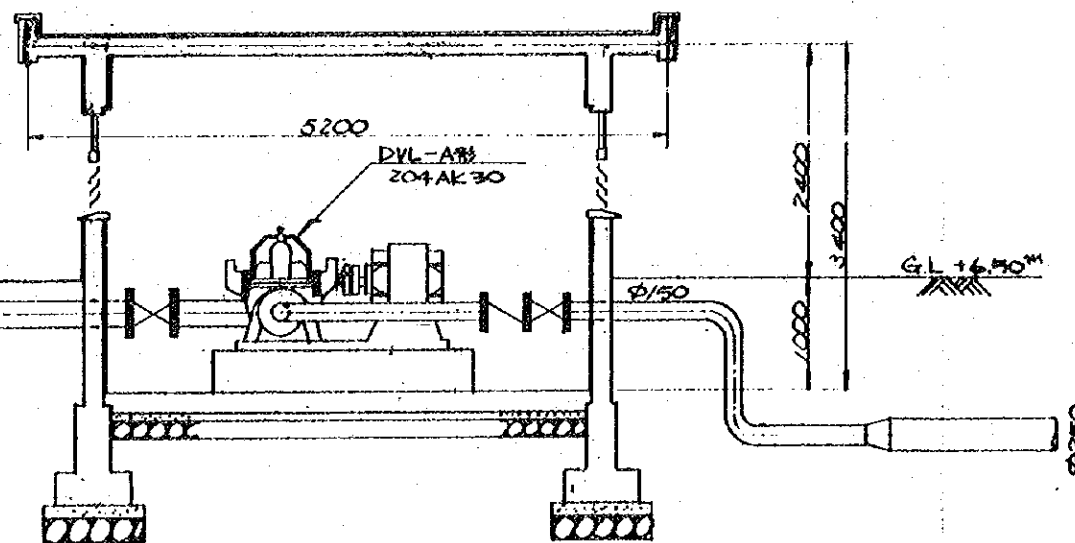
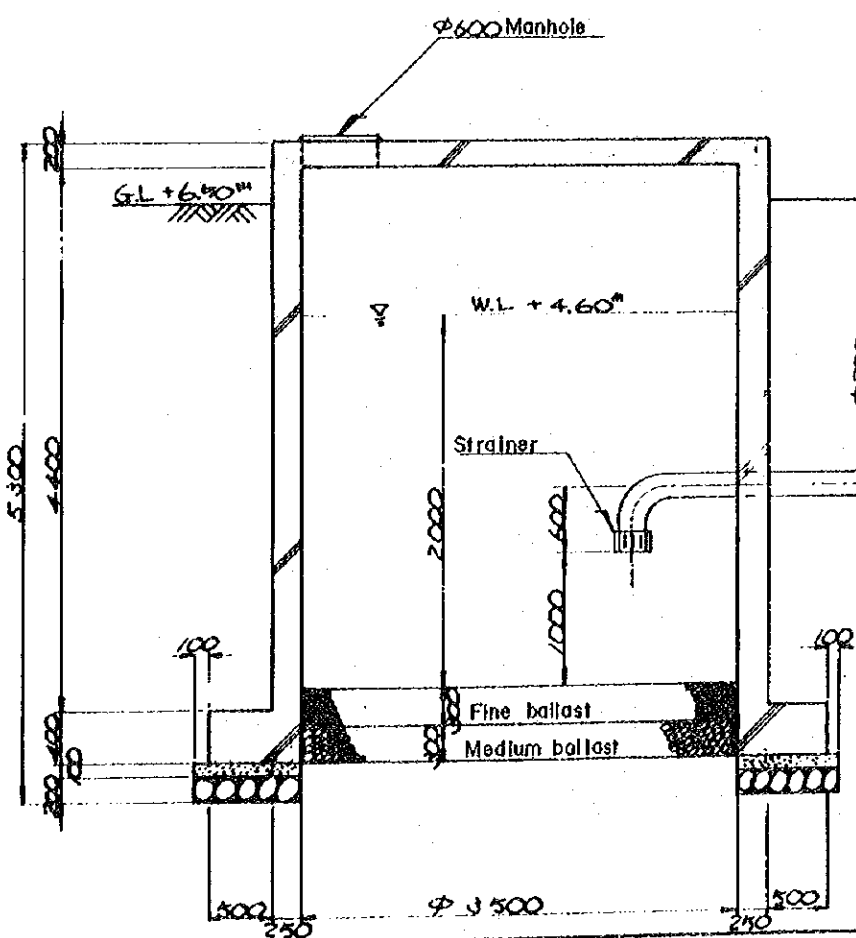


Fig 14-21(1) Water intake plant S = 1/40

PLAN



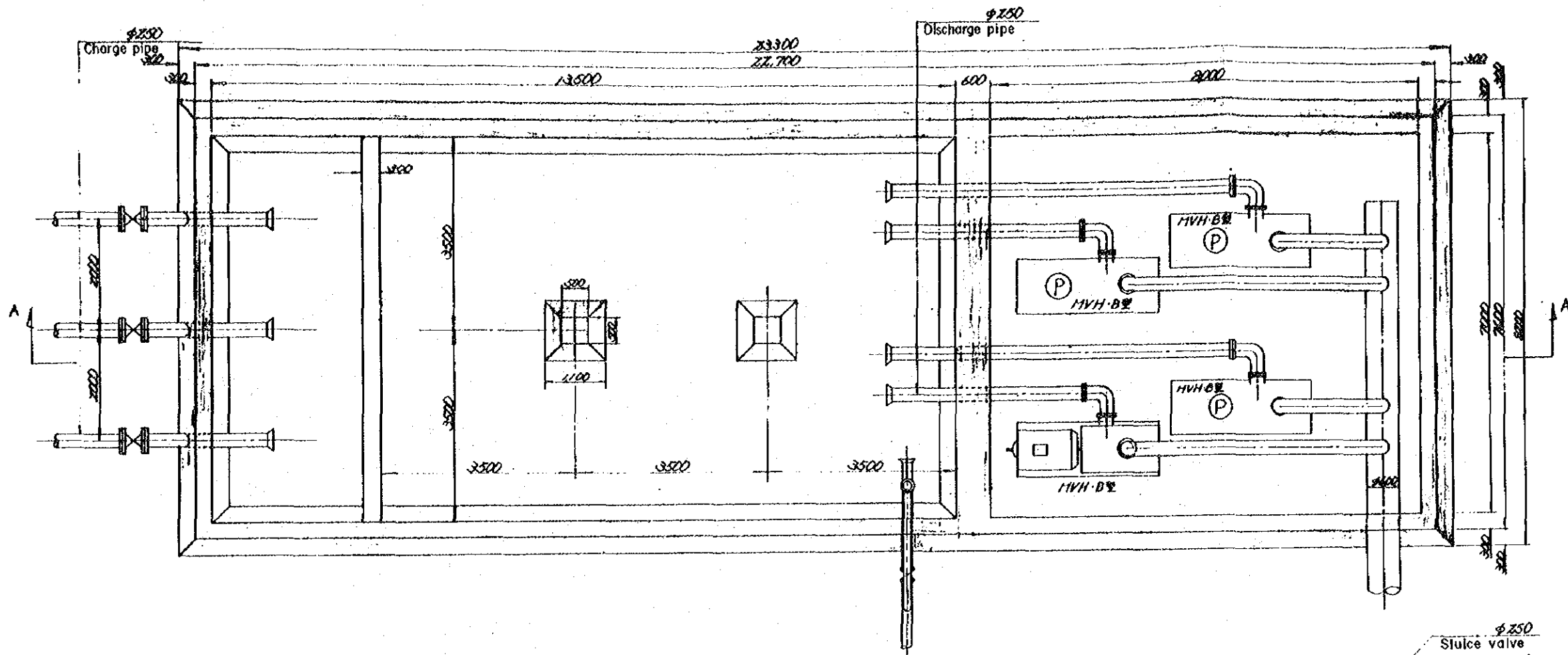
SECTION



PLAN

S = 1/60

Fig 14-21(2) Storage reservoir S = 1/60



A~A' SECTION

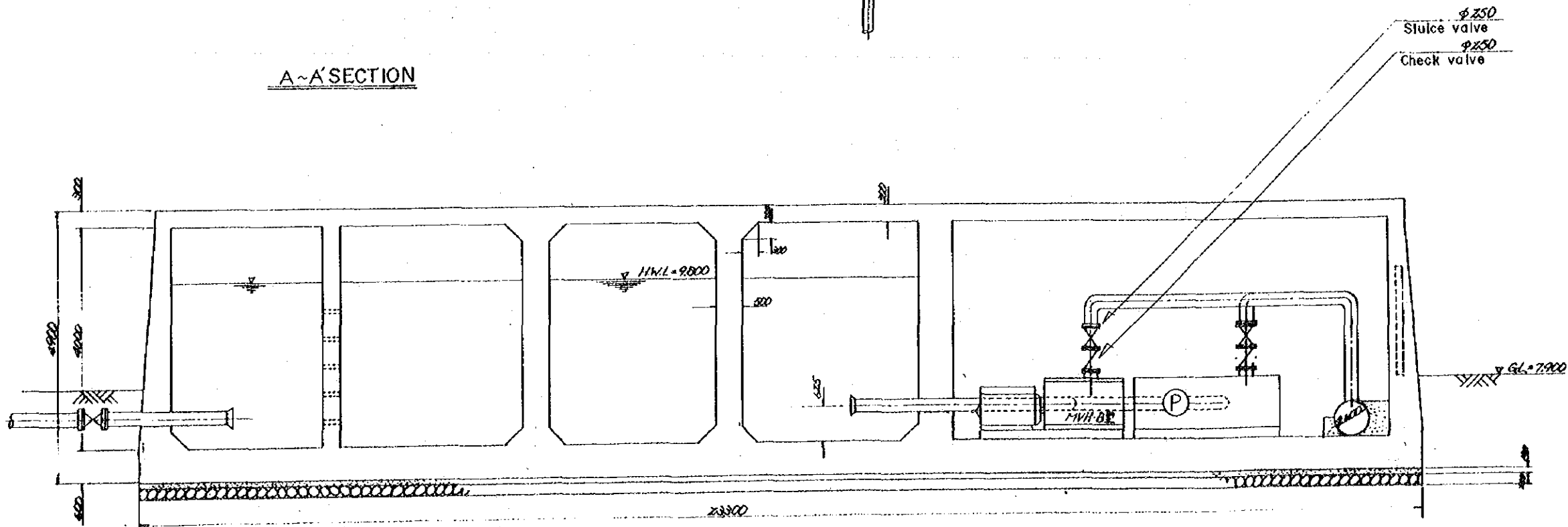
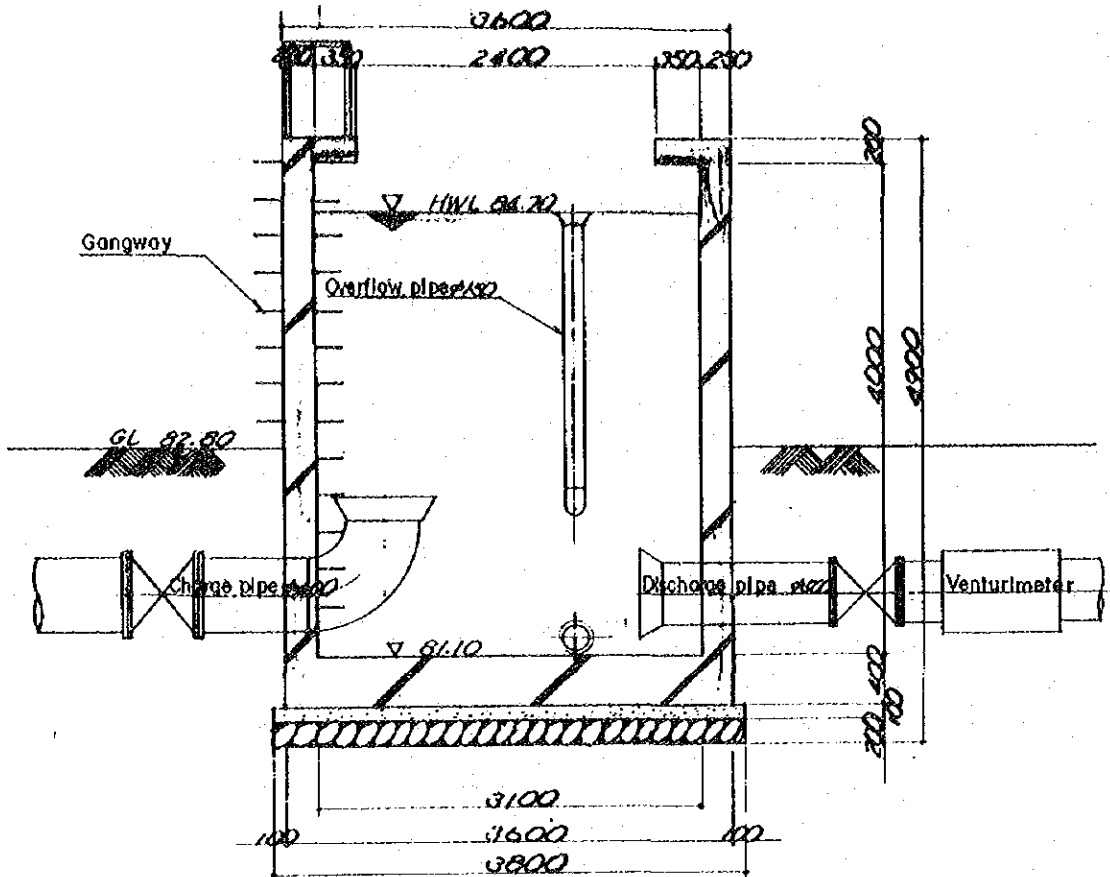


Fig 14-21(3) Surge tank

$S = 1/40$

A-A SECTION



B-B SECTION

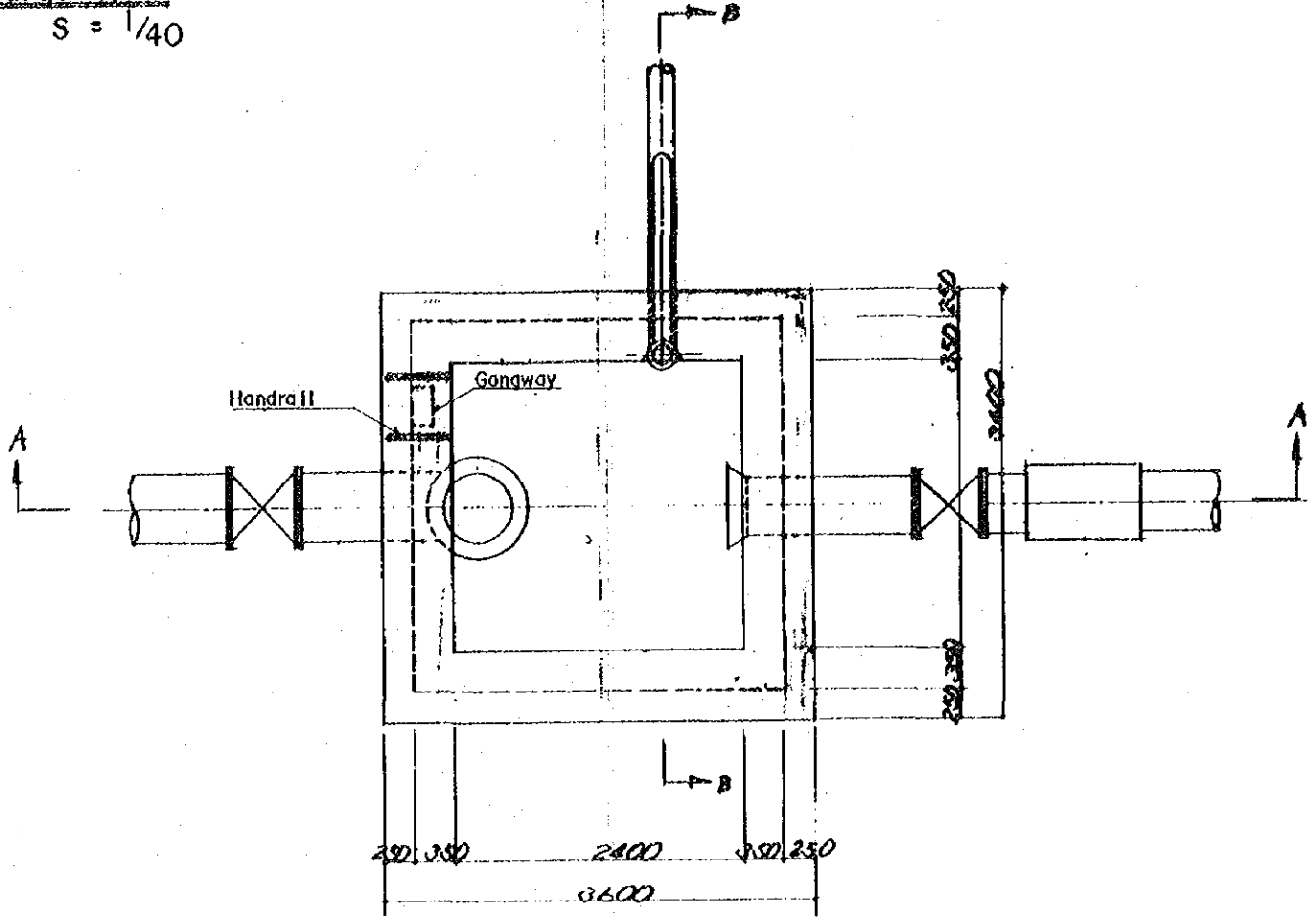
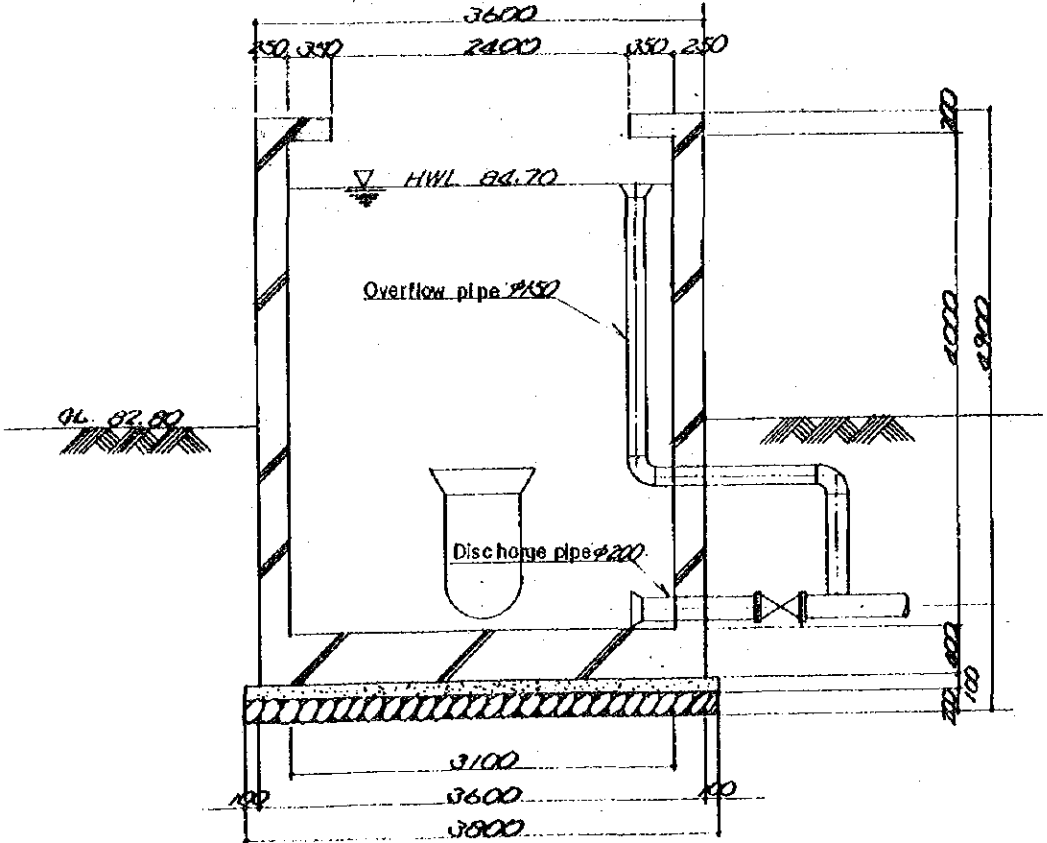
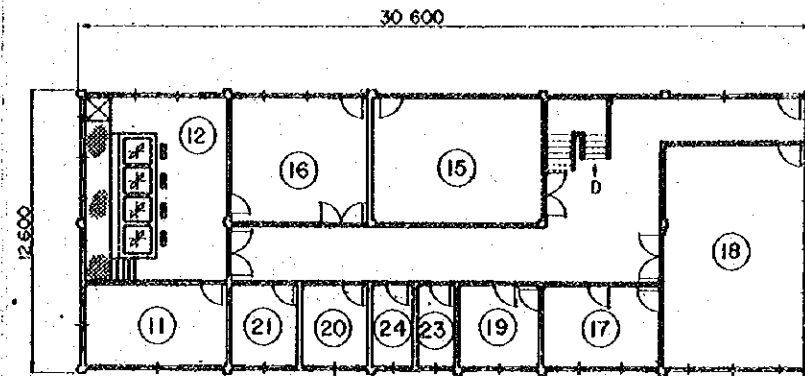
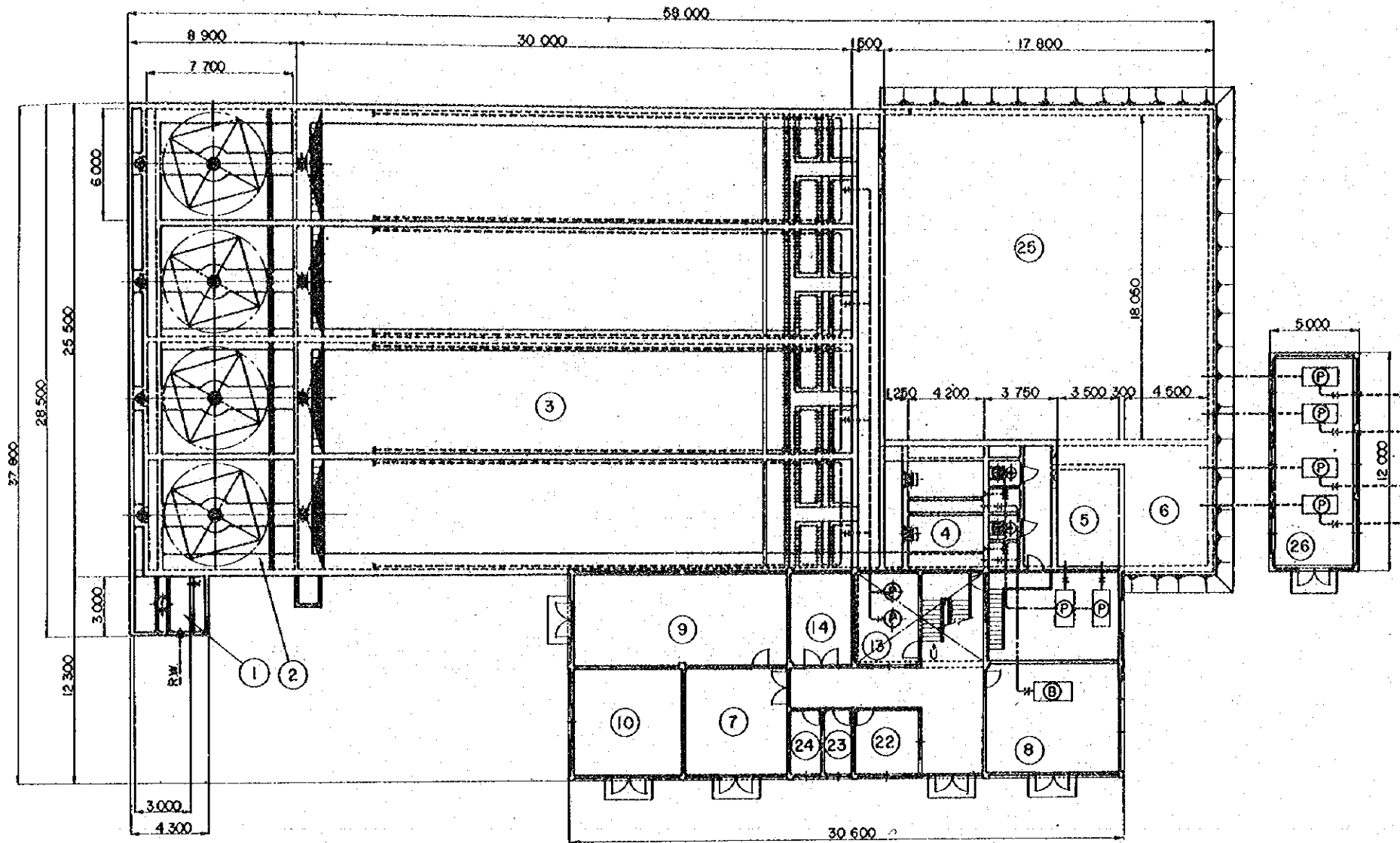


Fig 14-21(4)

Purification plant SCALE 1:300



No.	DESCRIPTION	No.	DESCRIPTION
1	Flash Mixing Chamber	18	Office Room
2	Flocculation Basin	19	Reception Room
3	Sedimentation Basin	20	Waiting Room
4	Filter	21	Library
5	Back Wash Water Reservoir	22	Reception
6	Clear Water Reservoir	23	Hot Water Service
7	Electrical Room	24	W.C.
8	Blower Room	25	Settled Water Tank
9	Chemical Storage	26	Pumping Station
10	Chlorine Storage		
11	Chlorine Dosing Room		
12	Preparation and Dosing Room		
13	Pumping Room for the Water Rinse		
14	Spare Parts and Tools		
15	Control Room		
16	Laboratory		
17	Manager Room		

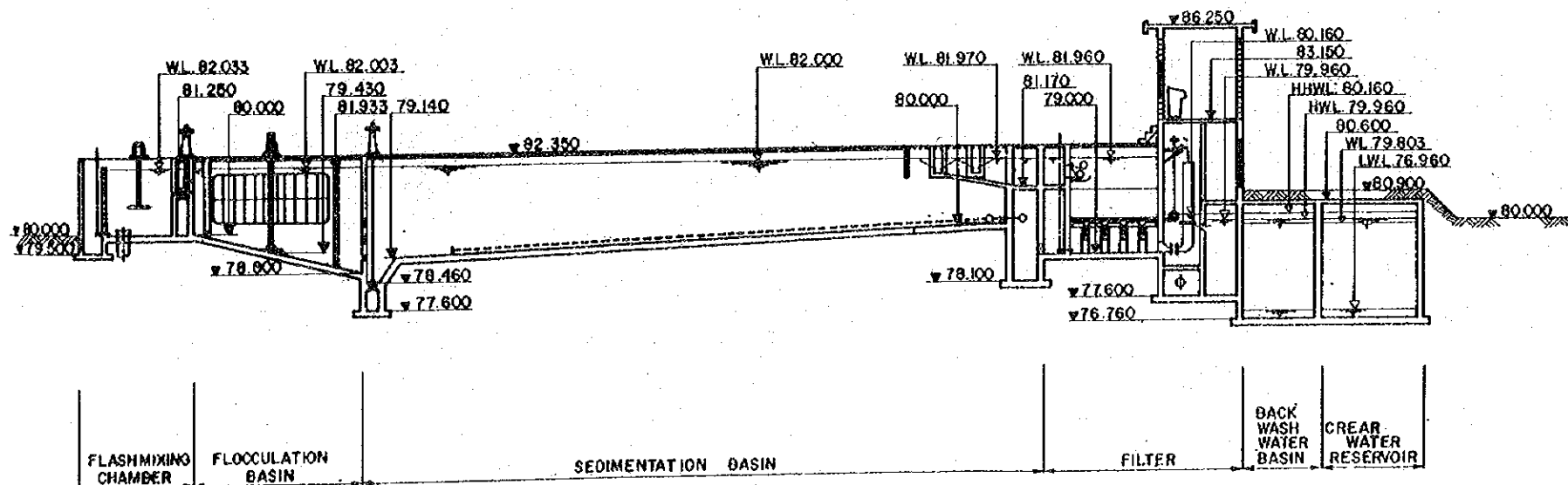


Fig 14-21(5) Junction well (of general drawing)

S = 1/40

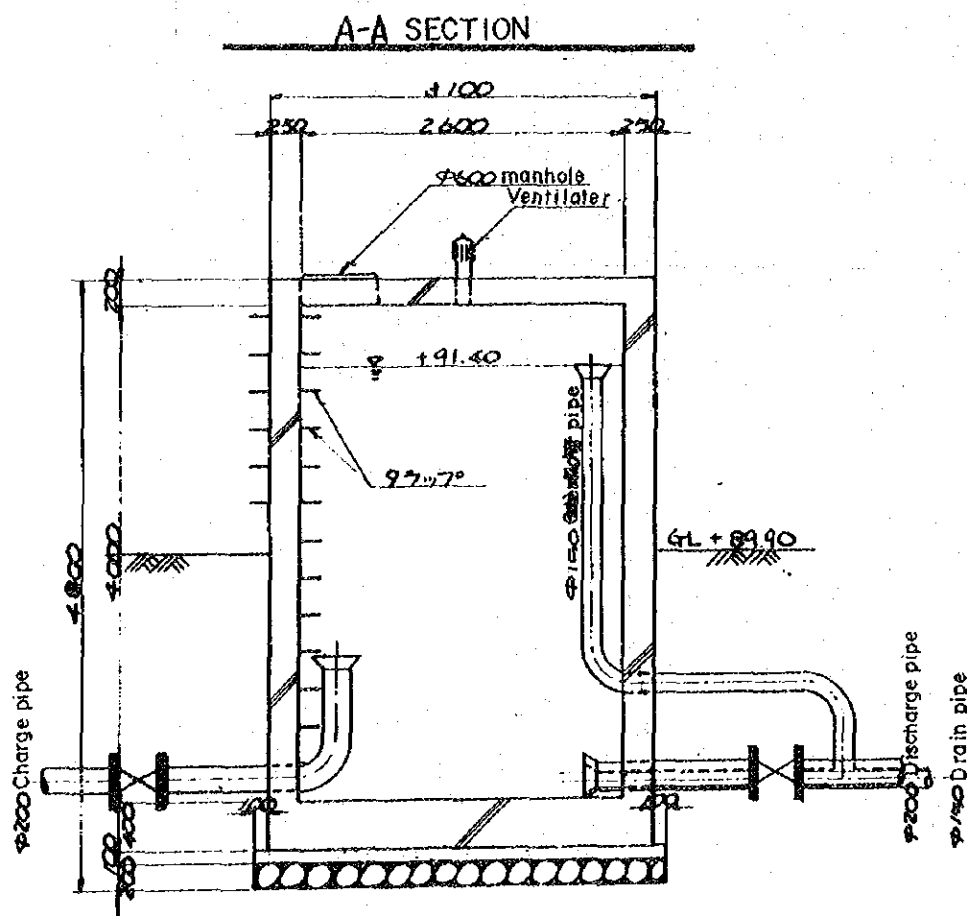
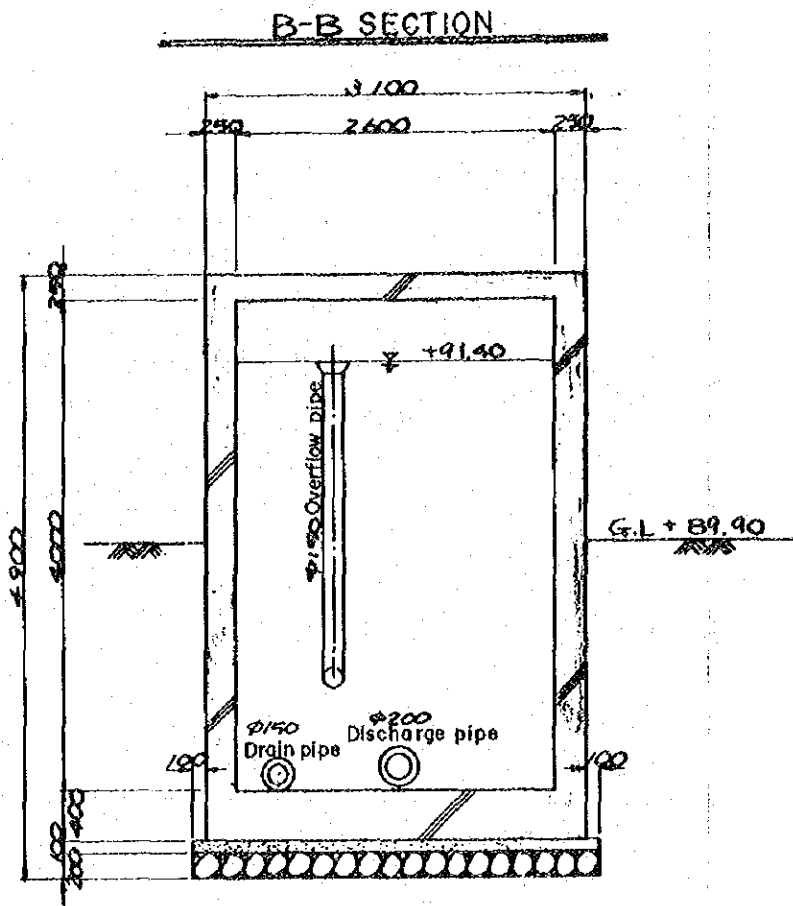
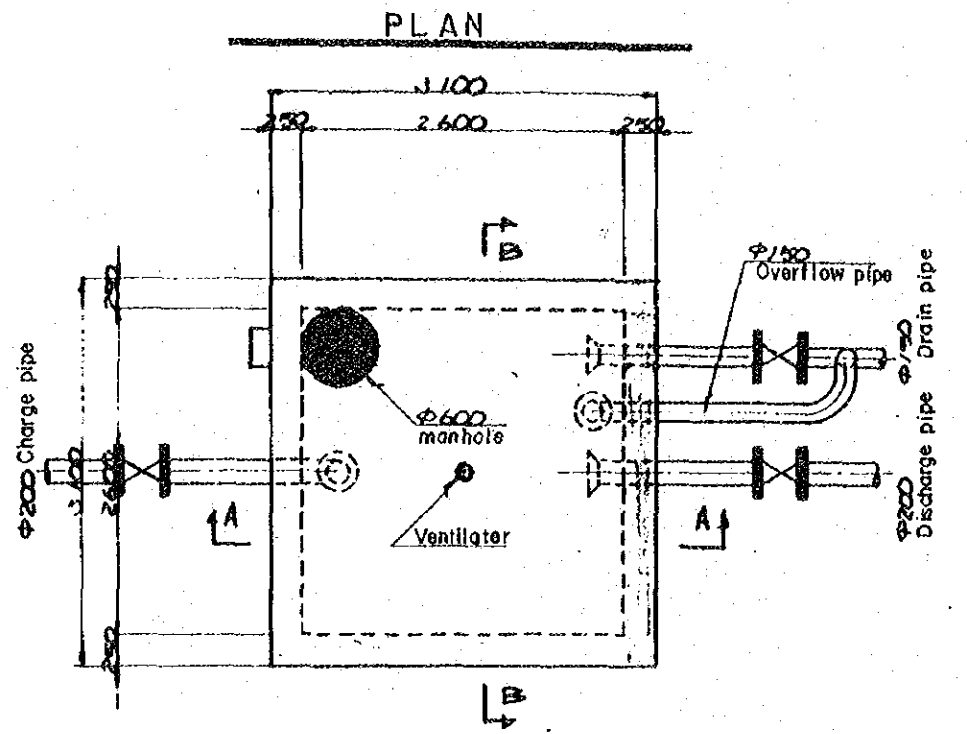
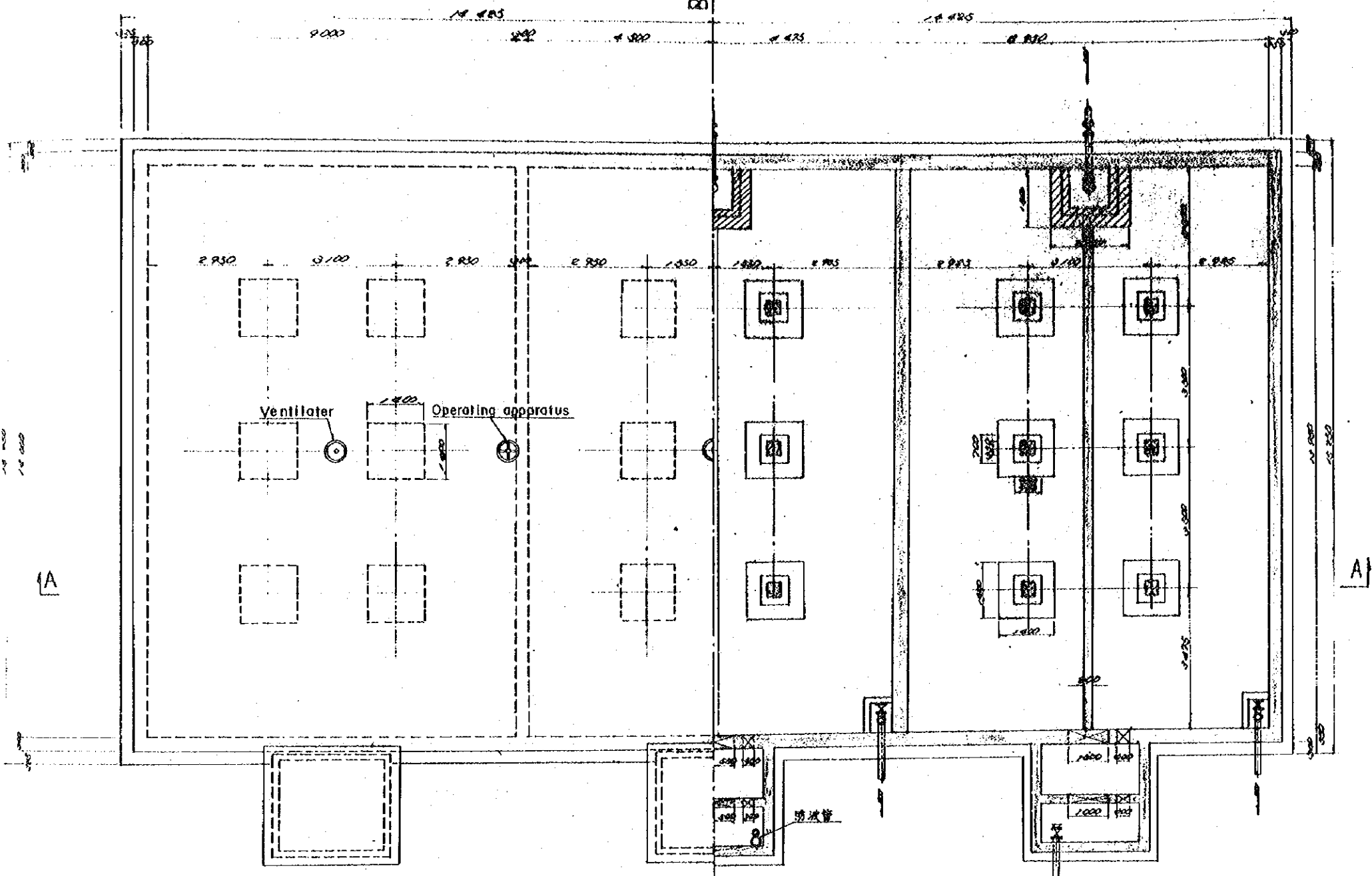


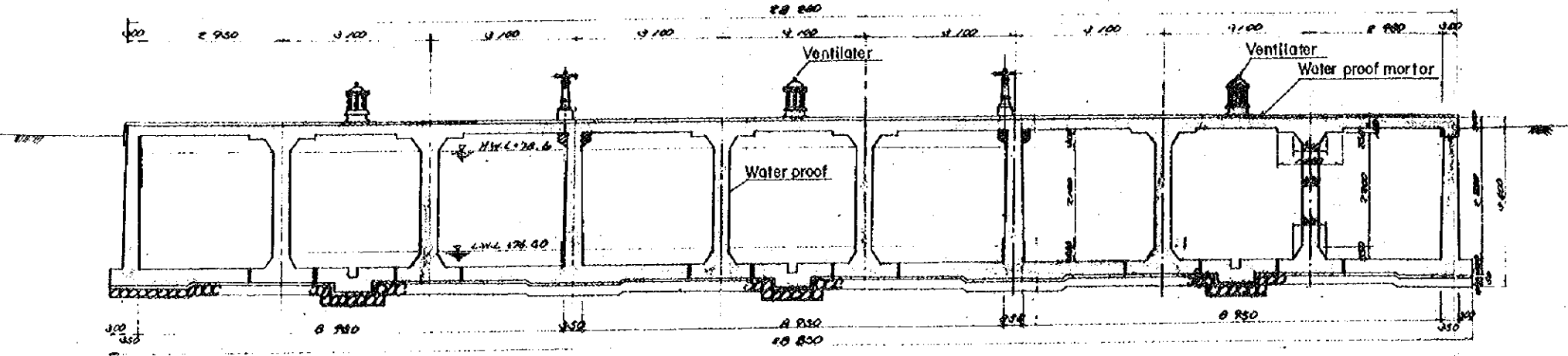
Fig 14-21(6) Service reservoir (In general drawing)

PLAN $s=1/60$

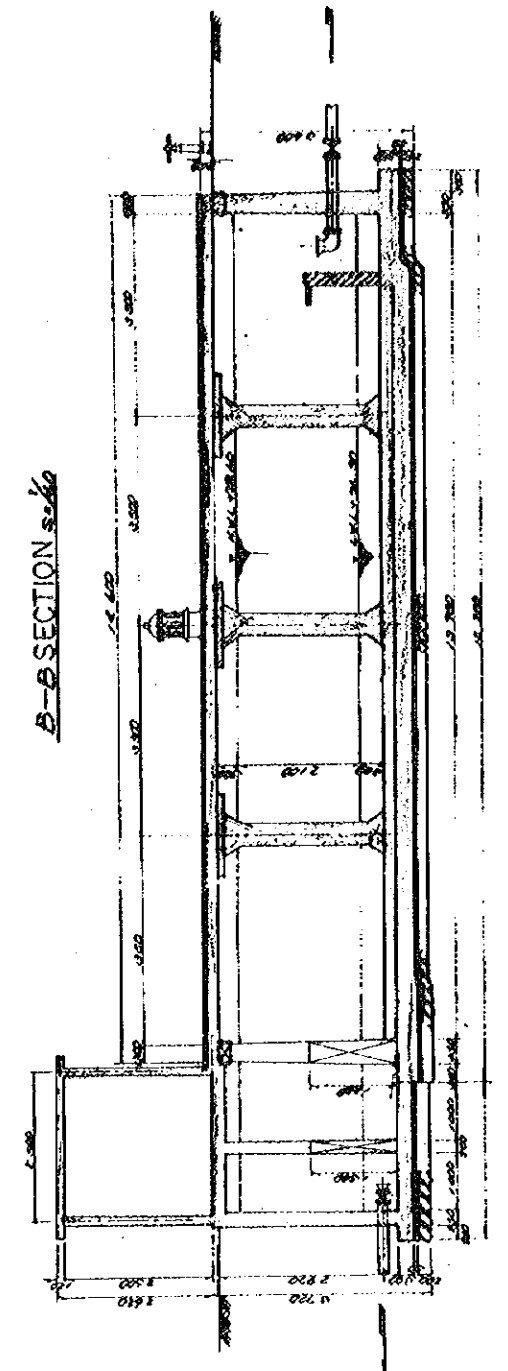
$S = 1/60$



A-A SECTION $s=1/60$



B-B SECTION $s=1/60$



(5) 維持管理

用水施設は、工場生産、住民の生活と密接な関係にある。したがって、現在レンネルでは水道が用いられてないがこの用水施設が活動を開始した暁には、住民の水道への依存度が大きくなる事と思われる。

このように用水は工場、住民と密であり特に上水にいたっては、住民の保健と衛生の上からもその影響は非常に大きなものとなる。工業用水もアルミナ工場に不可欠なものであり用水を使用する工場、住民共に用水施設に対して信頼を置いて、安心して工業用水を使用し、水を飲み使用する事と思われる。したがって、使用者に使用上の不安をいだけないようにするために維持管理には特に気をくばる必要がある。

用水施設が道路、港湾等の他の施設と異なる点は、他の施設は故障しても機能が止まるだけ（この点は工業用水にもいえる）だが、用水施設の場合は伝染病等の原因となる可能性がある事である。特に将来は人口も増加し1万人あるいはそれ以上の人口が使用するわけであるから、それら人々を用水施設の故障により危険にさらす事が考えられる。

このため施設に異常及び故障をみいだした時は、すぐに復旧すると共に施設の改良、補強を行い常に安全な用水の供給をする事である。

安全な水を供給する事とは、供給する水が常に水質基準に合格したきれいな水である事である。それと常に一定の圧力をもった水が使用でき使用者に水の切れる不安をいだけせない事である。そのため用水施設のコントロールは、機器の各所に設けた検知器が、起動、停止の指令を出し、運転中の適正な調節を行う無人運転のノーマンコントロールが必要かと思われる。

コントロールセンターとしては、浄水場にある管理室を用いるのがよいと思われる。

a) 取水施設の維持管理

取水地点での水量と水質の変化は、用水施設全体に影響がおよぶので、特に維持管理をよくし、完成時の状態を常にたもつようにしなければならない。とくに取水地の重要性は前に述べた事くであるので、水量及び水質の悪化を防ぐように、住民によく説く必要がある。

管理者はその重要性を考え取水井とその周辺等の監視を十分に行う事である。

b) 送水施設の維持管理

送水施設は、水量及び水質の保持に重要である。

施設は特に、地震、大雨などの異常気象の直後はかならず点検を行い機能が十分発揮できるように常に修理、改良をする必要がある。

c) 浄水施設の維持管理

浄水施設には、水を安全できれいな水質にするために必要な施設がある。特にこれらは用水施設の中心的施設であり、維持管理が一番難しい所であり、よって水質についての点検は常に行

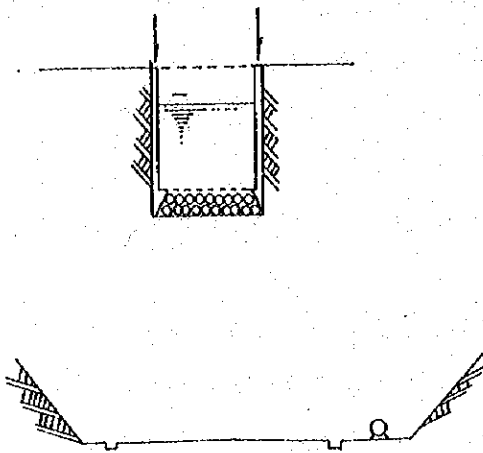
う必要がある。

なお、この施設の管理室には用水施設全体を管理する施設が置かれるので十分注意して管理運営されることが望ましい。

1.4-5 施 工 計 画

用水施設を工種別に分けると井戸の掘削、パイプの敷設、設備の3種に分けられる。

井戸の掘削については、井戸の傾斜を緩く掘り、側面保護をする方法と井筒を設けてその内側を掘削し井筒を押し込む方法が考えられるがここでは後者の方法がよいと思われる。



パイプの敷設については、道路工事の後を追う形で施工を進めるものとし、道路の基盤工事が完成した段階でパイプ基礎の工事を行いパイプ敷設を行うものとする。

施設施工に対しては、できるだけ部品でレンネルに持ち込みすぐにも組立てられるようにする。特に、基礎に対してはくるいの来ないように十分安全に施工その上にポンプ及び建屋を建設設置するものとする。

給水槽はコンクリート製としたので特別精度を要する作業はないが、基礎の施工は十分注意する必要がある。

これらの事を考え合せて工程を示すと次の様になる。

用水施設工程表

工種	1 年	2 年
取水施設		
送水施設		
管 敷 設		
施 設		
浄水施設		

